

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Liberec 2012**

**Marcela Ráslová**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T014 Produktový management - Textil

## HYDROSTATICKÁ ODOLNOST TEXTILIÍ POUŽÍVANÝCH PRO SPORT

## HYDROSTATIC RESISTANCE OF TEXTILES USED FOR SPORT

Marcela Ráslová

KHT - 126

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Pavla Těšinová, Ph.D.

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ... 61

Počet obrázků ..... 34

Počet tabulek ..... 12

Počet grafů ..... 8

Počet stran příloh.. 0

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

### **Hydrostatická odolnost textilií poufňovaných pro sport**

- Zpracujte literární re-er-i na téma hydrostatické odolnosti a požadavky, které jsou kladené na sportovní od vný materiály. Zam te se dále na vlastnosti, které hydrostatickou odolnost ovliv ují.
- Prove te experiment na zji-t ní hydrostatické odolnosti materiálu. Testujte materiály podle norem v rozsahu, který nabývají p i r zných p ír stcích tlaku a orientaci materiálu.
- Zpracujte a zhodno te výsledky m ení.
- Diskutujte výsledky s ohledem na podmínky testu. Zhodno te vhodnost testování pro materiály s vy—í hydrostatickou odolností podle platných norem a jejich limity.

SN EN 20811 (800818) : Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody. Zkou-ka tlakem vody. Praha : eský normaliza ní institut, 1994. 16s.

SN EN 1734 (800857). Textilie povrstvené pryfí nebo plasty ó Zji- ování odolnosti proti pronikání vody ó Postup p i nízkém tlaku. Praha: eský normaliza ní institut, 1997. 8s.

Shishoo, R.: Textiles in sport. 1. vyd. Cambridge: Woodhead publishing Limited, 2005. 201 s. ISBN ó 13: 978-1-85573-922-2.

J.B. Finean, R.H. Michell. Membrane structure. 1.vyd. Amsterdam : Elsevier, 1981. 271 s. ISBN 0444-800303-3.

## PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – kolní dílo.

Berou na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si v domě povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, ať do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí této práce Ing. Pavle Těšinové, Ph.D. za odborné rady a věcné připomínky. Nemalé díky patří také rodině a všem, kteří mi při studiu na vysoké škole podporovali a byli mi oporou.

# ANOTACE

Cílem této diplomové práce je provést měření hydrostatické odolnosti materiálů používaných pro sport při různých rychlostech nárůstu tlaku a orientaci materiálu, popsat průběh a odlišnosti jednotlivých měření a zjistit, jak se chová přístroj při měření různými rychlostmi nárůstu tlaku. V teoretické části jsou definovány materiály používané pro sport a jejich vlastnosti.

V praktické části jsou nejprve popsány vzorky. Poté je provedeno měření hydrostatické odolnosti referenčního vzorku a na základě dosažených výsledků i měření ostatních vzorků. Ty jsou rozděleny dle plošné hmotnosti a použitých membrán a následně mezi sebou porovnávány. Na závěr je zhodnocen a popsán průběh měření a chování přístroje.

## KLÍČOVÁ SLOVA:

Hydrofilní membrána, hydrofobní membrána, softshell, vodní sloupec, vlastnosti sportovního oděvu

# ANNOTATION

The aim of this thesis is to measure the hydrostatic resistance of materials used for sports at various speeds increase pressure and orientation material, describe the process and differences between individual measurements and see how it behaves in the measurement device at different rates of pressure rise. In the theoretical section are defined materials used for sport and their properties.

The practical part describes the first samples. It is then necessary to measure the hydrostatic resistance of the reference sample and the measurement results and other samples. They are divided according to weight and used membranes and subsequently compared with each other. Finally it is evaluated and described the measuring apparatus and behavior.

## KEY WORDS:

Hydrophilic membrane, hydrophobic membrane, softshell, water column, characteristics of sports clothing

## OBSAH

ÚVOD.....	8
1 MATERIÁL PRO SVRCHNÍ VRSTVU SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ .....	9
1.1 Husté tkané materiály.....	9
1.2 Materiály se zářezem.....	10
1.3 Materiály s membránou.....	10
1.3.1 Mikroporézní (hydrofobní) membrány .....	11
1.3.2 Neporézní (hydrofilní) membrány .....	12
1.3.3 Kombinace mikroporézní a hydrofilní vrstvy.....	13
1.4 Dlešení membránových materiálů .....	13
1.4.1 Dvouvrstvé lamináty .....	13
1.4.2 Třívrstvé lamináty .....	14
1.4.3 Provedení s volně vloženou membránou, nebo-li z-liner .....	15
2 PRINCIP OBLÉKÁNÍ.....	15
2.1 První vrstva.....	15
2.2 Druhá vrstva .....	16
2.3 Třetí vrstva .....	17
3 VLASTNOSTI MATERIÁLŮ POUŽÍVANÝCH PRO SPORTOVNÍ OBLEČENÍ .....	19
3.1 Vlastnosti materiálů používaných pro sportovní oděvy.....	19
3.1.1 Hydrostatická odolnost.....	20
3.1.2 Propustnost pro vodní páry .....	23
3.1.3 Prodyšnost.....	24
3.1.4 Omak, splývavost, pružnost.....	25
3.1.5 Skladnost .....	25
3.2 Vlivy ovlivňující funkčnost sportovních oděvů .....	25
3.3 Doporučená údržba membránových oděvů [22] .....	26
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	28
4 POPIS VZORKU .....	29
5 ZKOUŠENÍ MATERIÁLU .....	41
5.1 Plošná hmotnost.....	41
5.2 Odolnost proti pronikání vody (vodní sloupec).....	42
5.2.1 Princip měření.....	42
5.2.2 Příběh měření referenčního vzorku .....	43
5.2.3 Porovnání materiálů z hlediska plošné hmotnosti.....	47
5.2.4 Porovnání materiálů z hlediska druhu použité membrány .....	50
5.3 Diskuze a příběh výsledků měření.....	54
6 ZÁVĚR .....	56
7 Seznam tabulek.....	60
8 Seznam obrázků .....	60

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A VELIČIN

PU	polyuretan
PES	polyester
PTFE	polytetrafluoretylen
PVC	polyvinylchlorid
UV	ultrafialové

T	[°C]	stupeň Celsia
l	[m]	délka
S	[m <sup>2</sup> ]	plocha
v	[m/s]	rychlost
t	[s]	čas
m <sub>s</sub>	[g/m <sup>2</sup> ]	plošná hmotnost
p	[%]	relativní paropropustnost
q <sub>o</sub>	[W/m <sup>2</sup> ]	tepelný tok nezakryté hladiny
q <sub>v</sub>	[W/m <sup>2</sup> ]	tepelný tok zakryté hladiny
v.s.	[mmH <sub>2</sub> O]	výška vodního sloupce



## ÚVOD

V současné době je sportovní oblečení velice populární a oblíbené. Dnešní trh nabízí nepřeberné množství oděvů pro sport. Je možné si vybrat přesně podle typu sportovní aktivity nebo jen zvolit styl pro každodenní nošení. Na sportovní oblečení je však kladeno mnohem více požadavků než na kterýkoliv jiný oděv. Takového oblečení musí:

- splňovat funkční předpoklady pro přesnou sportovní aktivitu;
- působit nošení být příjemné na tělo;
- snést více zátěže v rámci uflívání;
- být lehce vypratelné a nejlépe i rychleschnoucí;
- splňovat specifické požadavky.

Od sportovního oblečení každý vyžaduje funkci, aby v zimě zachovávalo tělo v teple a současně zamezilo tepelným ztrátám. V létě naopak sportovci požadují, aby tělo příjemně ochlazovalo. V každém případě by materiál měl být dobře prodyšný, odvádět přebytečnou pot a vlhkost od pokožky a zároveň by samotný materiál měl zůstat suchý.

Snahou je materiály zdokonalovat, kombinovat a přizpůsobovat je potřebám zákazníků. Věc má ale své hranice. V praxi to znamená, že pokud je jedna vlastnost upravena, dle se tak však na úkor druhé vlastnosti. Například textilie s vysokou hydrostatickou odolností mají zároveň vysoký výparný odpor a jsou tedy málo prodyšné. Tyto parametry jsou na sobě závislé a proto může být upravena pouze jedna z vlastností.

Touto skutečností je však ovlivněn běžný spotřebitel, který o nejvhodnějších hodnotách základních parametrů textilií nemá dostatečné množství informací. Stává se poté to, že je výrobcem klamán například tak, že je na výrobku uvedena vysoká hodnota vodního sloupce, kvůli které si výrobek koupí. Nevědomě však je jí dosaženo na úkor paropropustnosti.

Tato práce je orientována na problematiku zjištění výšky vodního sloupce, neboli měření hydrostatické odolnosti. Měření jsou prováděna dle normy SN EN 20811 Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody o zkouška tlakem vody.

Cílem práce je zjistit, jak se chovají a jakých hydrostatických odolností dosahují textilie při různých rychlostech působení tlaku vody a orientaci materiálu a zároveň zjistit, jak se při těchto rychlostech chová přístroj.

# 1 MATERIÁL PRO SVRCHNÍ VRSTVU SPORTOVNÍHO OBLEČENÍ

Svrchní vrstva oblečení poskytuje ochranu pro všechny ostatní vrstvy a tímto. Pro celkovou ochranu před deštěm nebo vodou je možné nosit systém oblečení zahrnující úplné vodotěsné vnější vrstvy. Použití jednoduché vodotěsné vrstvy je však neefektivní, protože pot produkovaný při sportovní činnosti bude shromažďován ve spodních vrstvách oblečení. Takto vzniklá vlhkost uvnitř systému oblékání nevede jen ke ztrátě izolace, ale také k nadměrnému odpařování a odstranění vodotěsné vrstvy. Ideální vlastnosti požadované pro sportovní oblečení proto zahrnují ochranu a pohodlí, nepropustnost vody, ale propustnost pro vodní páry. Tyto vlastnosti splňují polopropustné materiály. Vyrábí se 3 typy materiálů pro svrchní oblečení [1, 2]:

- Hustě tkané textilie
- Textilie s membránou
- Zátěrové textilie

## 1.1 Hustě tkané materiály

Vysoce hustě tkané textilie (HDF - „high-density-fabrics“).

První nepromokavá prodyšná textilie byla vyrobená v Anglii v roce 1940, aby ochránila leteckou posádku od hrozných podmínek v Atlantickém oceánu. Ventile, což je název první hustě tkané textilie, se vyráběla z velmi kvalitních bavlněných přízí. Principem fungování nepromokavosti a prodyšnosti bylo to, že v suchém prostředí byly póry mezi osnovou a útkem dostatečně velké, aby textilie mohla být prodyšná. V případě, že nastalo deštivé počasí, bavlněné příze nasákly vodou a nabobtnaly tak, že se póry uzavřely a vodu skrz textilií nepropustily [3].

Pomocí nových technologií, impregnací a způsobů tkaní získávají v dnešní době tkané syntetické materiály omezené vodoodpudivé vlastnosti. Nejedná se ale o klasické nepromokavé a prodyšné materiály. Prodyšnost je velmi dobrá, protože není omezována žádnou membránou ani zátkou, liší se však podle způsobu tkaní a úpravy vláken. K tomu, aby tkané materiály měly omezenou nasákavost jsou používány vodoodpudivé, neboli hydrofobní úpravy. Vodoodpudivá úprava však není dlouhodobá a proto je zapotřebí ji čas od času obnovit prostředky k tomu určenými [4, 5].

## 1.2 Materiály se zátrem

Zátrem, zajišťující nepromokavost a prodyšnost na českém trhu bývá nazýván také jako klimatická membrána, což dost často mate zákazníky v tom, že se jedná o membránové materiály. Zátremové materiály vznikají tak, že dochází i k několikanásobnému nanášení vhodné hmoty přímo na nosnou textilií. Dle hmoty, která je nanášena jsou rozlišovány zátremy na bázi polyuretanu (PU), akrylu, polvinylchloridu (PVC) a dalších materiálů, z nichž jen některé jsou používány pro nepromokavé a prodyšné textilie [4].

Nejedná se o fólii, ale o hmotu, která je aplikovaná roztíráním na podkladovou textilií v tenké vrstvě. Vytvořenou je tvořena z polyuretanu a pracuje na stejném principu, jako neporézní membrána. Oproti membránám se liší ve vyšší elasticitě materiálu, rychlejším odvodu vlhkosti, ale nižší mechanické odolnosti a nižší hodnoty vodního sloupce [4, 6].

## 1.3 Materiály s membránou

Jedná se o materiály vznikající spojením membrány a nosné textilie. Membránou se rozumí tenká vrstva polymerního materiálu o tloušťce řádově v jednotkách mikrometrů. Nikdy není používána samostatně, ale pouze s nosnou textilií, která zajišťuje její pevnost a ochranu před poškozením. Tyto materiály jsou často také označovány jako lamináty, protože ke spojení membrány a tkaniny je použito laminování [4, 5].

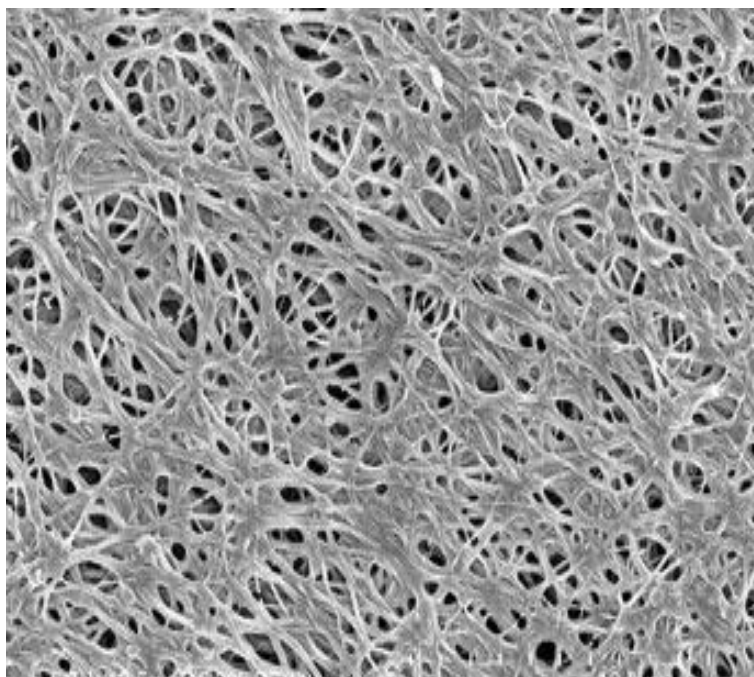
Laminování je spojení 2-3 vrstev natavováním, adhezí nebo ultrazvukem [4]:

- natavování: o povrch přiny je natavován v celé šíři, textilie je přitlačována a po ochlazení dochází k vytvoření pevného spoje;
- adheze: o jsou používány roztoky nebo disperzní pojiva;
- ultrazvukem.

Úkolem membrány je nepropustit vodu zvenčí a zároveň umožnit prostup vodních par. Polytetrafluoretylen (PTFE), polyester (PES) nebo polyuretan (PU) jsou mezi nejčastěji používanými materiály [5].

### 1.3.1 Mikroporézní (hydrofobní) membrány

Tyto materiály (obr. 1) pracují na principu jistého poměru velikosti pórů k velikosti molekuly vodní páry a vody. Nejastěji je uváděno, že póry membrány jsou asi 700x větší než molekuly vodní páry a zároveň 20 000x menší než kapka vody. Póry tak projdou samotné molekuly vodní páry, ale pro vodní kapku jsou příliš malé. Vlhkost je



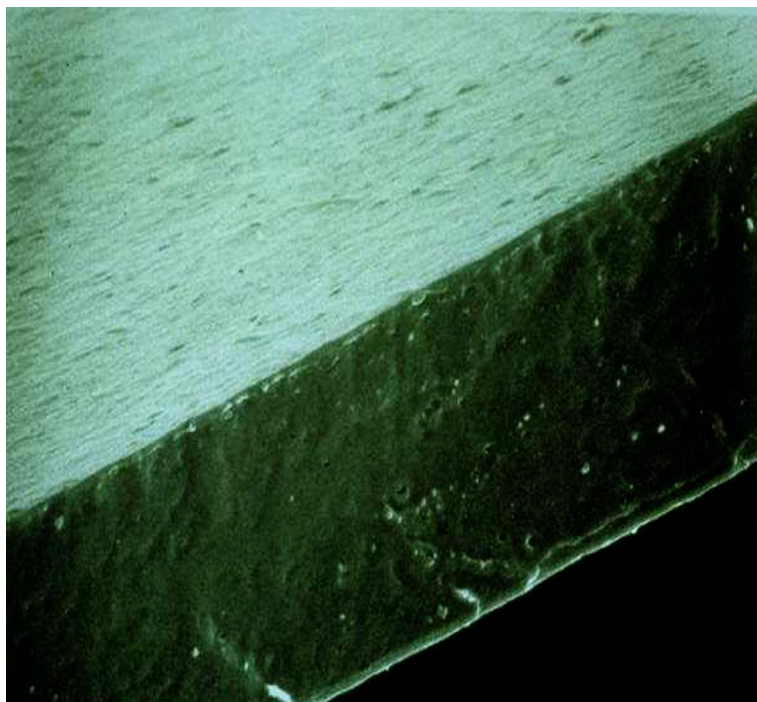
Obrázek 1 Hydrofobní membrána [4]

transportována difúzí prostřednictvím těchto pórů a to ve směru nížšího parciálního tlaku vodní páry k vyššímu. Velikost takového póru se pohybuje v hodnotách 0,1 až 3 mikrometrů. Tyto mikroporézní materiály dosahují i více než 30 metrů vodního sloupce a přes 20 000 g/m<sup>2</sup>/24 hod. Najdou se zde však i některé nevýhody. V průběhu používání může docházet k zanášení pórů tukovými částicemi, solemi a celkově různými nečistotami. Proti tomuto negativu jsou výrobci používány různé úpravy. Velký důraz musí být také kladen na vhodnou údržbu. Je nutno používat vhodné čistící prostředky, které nezanechávají v materiálu rezidua a ty pak nepoškozuji funkčnost materiálu [1, 6].

Mezi známé mikroporézní membrány mohou být zařazeny například Gore-Tex, eVent, obě na bázi PTFE. Triple Point Ceramic firmy Lowe Alpine, nebo Entrant II, Entrant V a další od firmy Toray patří mezi mikroporézní záteřové materiály [5].

### 1.3.2 Neporézní (hydrofilní) membrány

Pracují na odlišném principu – membrána nebo zátky nemají žádné póry (obr. 2), jde o zcela bezporézní povlak. Vlhkost je přenášena na základ chemicko-fyzikálního principu, kdy molekula vody je vázána na materiál membrány. Voda se na určitou dobu stává součástí membrány. Je označována jako hydrofilní, protože vlhkost není vedena póry, ale šíří se strukturou materiálu sorpcí. Jedná se o



Obrázek 2 Neporézní membrána [11]

principu provedu par, což se podobá výměn látek přes buněnou membránu živých organismů. Pot, neboli kondenzující voda zevnitř membrány, je rozveden do materiálu a poté chemicky transportován ven. Mezi výhody patří například lepší elasticita, minimální zanášení, přenos vody i v kapalném skupenství a zároveň více jak 30 metr vodního sloupce. Nevýhodou naopak je prakticky žádný přenos plynů. Funguje zde to, že čím intenzivněji se člověk pohybuje a čím více se potí, tím více roste teplota a vlivem vyšší teploty se molekuly v hydrofilní vrstvě membrány pohybují rychleji. Vzdálenost mezi těmito molekulami se zvětšuje a schopnost propouštět páru narůstá. Hydrofilní membrány a zátky jsou ukryty mezi spodní a svrchní látkou. V tomto případě se tak jedná o třívrstvý laminát. Údržba je oproti mikroporézním membránám a zátkám jednoduchá a obvykle postačí v běžných pracích prostědicích [1, 6].

Nejnámějšími hydrofilními neporézními materiály jsou Sympatex z modifikovaného polyesteru, Entrant Dermizax nebo Blocvent firmy Toray z materiálu na bázi polyuretanu [5].

### 1.3.3 Kombinace mikroporézní a hydrofilní vrstvy

Kombinace mikroporézní a hydrofilní vrstvy je také možná. Mikroporézní film je možné vrstvit s hydrofilním filmem, aby byl utěsněn povrch pórů, vzrostla nepropustnost pro vodu a bylo možné snížit kontaminaci mikroporézní vrstvy prachovými částicemi, detergenty a dalšími nežádoucími nečistotami [5, 6].

### Porovnání hydrofilních a hydrofobních membrán

Propustnost vodních par je lepší u hydrofobních membrán. Hydrofilní membrány ovlivňuje tloušťka a počet hydrofilních skupin v polymerní struktuře. Nevýhodou hydrofobních membrán je, že v průběhu užívání může docházet k zanášení pórů nečistotami. Takovými mohou být například pyl ze vzduchu, nečistoty z pokožky, repelenty proti hmyzu, zbytky pracích prostředků. To má za následek snížení schopnosti propouštět vodní páry. Pevnost v přetahu je nižší u hydrofobních membrán oproti hydrofilním s pevnou strukturou. Výhodou hydrofilních membrán je jednodušší a rychlejší výroba na rozdíl od mikroporézních [19].

## 1.4 Dlevení membránových materiálů

Dlevení membránových materiálů podle provedení spojení mezi membránou a svrchní i podšívkovou vrstvou:

### 1.4.1 Dvouvrstvé lamináty

Membrána je laminovaná na svrchní tkaninu a zvnitřku je chráněna volnou podšívkou, která brání kontaktu s tělem (obr. 3). Nevýhodou tohoto provedení je, že při nošení dochází ke tření těchto dvou ploch a



Obrázek 3 Gore-tex o dvouvrstvý laminát [24]

k následnému poškození membrány. Paropropustnost je také horší, protože je mezi podšívkou a membránou vzduch, který ovlivňuje odpor vodních par (potu) [7].

#### 1.4.2 Třívrstvé lamináty

Membrána je laminovaná mezi podšívkou a svrchní tkaninou a všechny tři vrstvy tak tvoří jeden jediný laminovaný celek (obr. 4). Jedná se o nejúčinnější a mechanicky nejodolnější kombinaci s pevnějšími a méně poddajnými materiály pro extrémní použití, vyšší fluvotností a tím i vyšší cenou [7].

Třívrstvý laminát [4]:

- **1. vrstva** zajišťuje přepravu vlhkosti skrze materiál,
- **2. vrstva** je membrána,
- **3. vrstva** dokončuje kombinaci kompozitu a poskytuje lepší funkční vlastnosti celému oděvu



Obrázek 4 Gore-tex - třívrstvý laminát [24]

Používají se při záteřových sportech, kde je kladen důraz na mechanickou odolnost, odolnost proti sněhu, dešti a větru. Těmito sporty může být vysokohorská turistika, skialpinismus, ledovcové lezení, lyžování, zimní cyklistika, pobyt v přírodě a tak podobně [4].



### 1.4.3 Provedení s volně vloženou membránou, nebo-li z-liner

Nejnovejším způsobem provedení je tzv. z-liner, neboli volně vložená membrána (obr. 5). Na velmi lehkou pleteninu nebo netkanou textilii je membrána laminována a poté je vložena jako samostatná vrstva mezi vrchový a podšívkový materiál [4,5].



Obrázek 5 Gore-tex s volně vloženou membránou [24]

## 2 PRINCIP OBLÉKÁNÍ

Stavu pohody je docilováno poufťitím materiálů s různými povrchovými úpravami, kdy tyto materiály zajistí požadovaný komfort uflivatele. Dostatečného komfortu však nelze dosáhnout pouze jednou vrstvou oděvu, jak by si asi každý přál, ale je zapotřebí oděv správně vrstvit tak, aby plnil potřebnou funkci. Každý člověk je však jiný, má jiné požadavky a zvolit tak správný systém vrstvení je velmi složitě. Předeevším záleží na tom, zda se jedná o méně náročnou aktivitu, jako je procházka v přírodě, nebo více náročný sport, jako například lyžování či cyklistika [2].

### 2.1 První vrstva

**Základní vrstva**, je v přímém styku s pokožkou, proto by materiál neměl dráždit pokožku a způsobovat alergie. Naopak by měl být jemný a příjemný na omak. Úkolem první vrstvy je umožnit rychlý průstup tělesné vlhkosti od těla do dalších vrstev. Oděv je vyráběn z pletenin, aby byl zajištěn dostatečný volný pohyb. Používána jsou vlákna



z polyesteru a polypropylenu pro zajištění podpory řízení vlhkosti. Příkladem takovéto vrstvy je oděv na obrázku 6 [2].



Obrázek 6 Základní vrstva od firmy Alpine pro [20]

## 2.2 Druhá vrstva

**Střední vrstva**, nazývaná jako izolační, má za úkol udržet tělesnou teplotu a zároveň odvést vlhkost z první vrstvy (obr. 7.). Izolační vrstva se liší v tloušťce a její schopnosti izolovat teplo. Pro tyto účely jsou používány vlněná dutá vlákna z polyesteru pro svou výbornou tepelnou izolační schopnost. Nejčastěji je v této vrstvě používán oděv z fleecu, což je možné charakterizovat jako hřejivý úplet s oboustranným postrážením a nízkou gramáží. Nová generace materiálů má snahu nabídnout nejlepší tepelnou odolnost, a proto je zaměřena na redukování objemu bez snížení tepelné izolace [2].



Obrázek 7 Střední vrstva od firmy AlpinePro [20]

## 2.3 T etí vrstva

**Vrchní vrstva**, nazývaná ochrannou vrstvou má za úkol, jak již název napovídá, chránit tělo před nepříznivými vlivy. Ochranná vrstva má chránit před deštěm a větrem, ale zároveň musí ochránit izolační vrstvu před hromaděním vlhkosti vzniklé pocením (obr. 8). Jinak by se jen vyfukovalo, aby voda nepronikla dovnitř, ale vlhkost byla co nejrychleji odvedena ven. Většinou je vyráběna z laminovaných textilií, které zabrávní průniku vzduchu a vody bez snížení prodyšnosti. T etí vrstva bývá konstruována jako sendvičová struktura (viz obrázky výše 1, 2, 3). Požadované funkce, které jsou na t etí vrstvu kladeny, jsou zajištěny použitím různých materiálů a kombinací finálních úprav [2].



Obrázek 8 Vrchní vrstva oděvu od firmy AlpinePro [20]

V době, kdy se do podvědomí široké veřejnosti konečně dostal systém tzv. 3 vrstev, přišlo na scénu něco nového. Novým trendem v oblékání je pouze dvojité vrstvení oděvu, kdy první vrstva zůstává stejná jako u trojitě vrstveného oděvu, ale výhody druhé a t etí vrstvy jsou spojeny jen do jedné. Zástupcem spojených vrstev je sada materiálů známých pod obchodním názvem Softshell (soft = měkký, poddajný, shell = skořápka, ulita) (obr. 9). Jedná se o druh vícevrstevných materiálů používaných k výrobě sportovního a outdoorového oblečení. Usiluje o kombinaci nepromokavosti, tepelné odolnosti, vtrouzdornosti a prodyšnosti v co nejlepším poměru [9].

Hlavními znaky jsou univerzálnost, neboli nahrazení více vrstev jen jednou, mnohotvárnost a zároveň potvrzuje trend v odlehčování oděvu. V podstatě se jedná o

oblečení, které má vlastnosti fleecu co se týče pohodlí a izolační vlastnosti nepromokavé membránové bundy, která chrání proti větru a dešti. Obecně se udává hodnota nepromokavosti outdoorových oděvů mezi 10 000 až 20 000mm vodního sloupce [8, 9].

Záměrem tohoto materiálu je poskytnout dostatečný komfort pro vykonávání aktivit v různých klimatických podmínkách a to pouze v jednom kusu oblečení. Svrchní vrstva je nejčastěji tvořena úpletem z polyamidu nebo polyuretanu s vodoodpudivou úpravou a vysočí odolností vůči oděru a větru. Vnitřní vrstva může být tvořena microfleece, froté nebo jersey pleteninou uchovávající teplo a zároveň transportující vlhkost ven. Dále mohou být varianty, kdy mezi těmito vrstvami je i tenká membrána. V posledních letech jsou používány i materiály, které zajistí pružnost. Takto vytvořená a upravená textilie má dobré izolační vlastnosti jak za sucha tak i za mokra [8, 9].



**Obrázek 9 Softshellová bunda od firmy AlpinePro [20]**

### 3 VLASTNOSTI MATERIÁL POUŽÍVANÝCH PRO SPORTOVNÍ OBLEČENÍ

Hlavním úkolem svrchního sportovního oděvu je ochrana lidského těla proti chladu, ale stejně tak i proti teplu. Z vývoje materiálů vyplynuly určité vlastnosti, které by neměly být opomenuty při výrobě sportovních oděvů. Například prodyšnost a vododolnost pro outdoorovou činnost, odolnost vůči mechanickému namáhání, dobré tepelné vlastnosti pro sport v chladném počasí, aerodynamické vlastnosti pro plavání a sjezdové lyžování atp. [6].

V chladném, větrném a deštivém počasí je třeba, aby tělo udrželo teplo uvnitř oděvu, a proto je důležitá vododolnost a vzdušnost. Aby však nedošlo k diskomfortu, je také důležitá paropropustnost. V teplém slunečném počasí naopak tělo potřebuje dýchat a odvádět teplo od těla ven. Toho je docíleno prodyšným a paropropustným oděvem. V teplých měsících však dochází i k vydatným deštím a je třeba, aby oděv chránil před proniknutím vody a zároveň byl prodyšný [10].

Membrány zajišťují, že u funkčního sportovního oblečení odpařený pot prochází přes membránu ven a vnějším vlhkost nepronikne dovnitř. Každý materiál, který je označován jako membránový, musí mít základní vlastnosti. Tyto vlastnostmi jsou propustnost vodních par, v technice udávanou jako paropropustnost, odolnost vůči působení tlaku vody, nebo-li nepromokavost a odolnost proti proniknutí vtroušením. Čím lepší jsou vlastnosti textilií s membránou, tím lépe se tělo cítí při maximálním výkonu za jakéhokoliv počasí [10].

#### 3.1 Vlastnosti materiálů používaných pro sportovní oděvy

Textilie používané pro sportovní oděvy s dobrou prodyšností se staly nepostradatelné, protože chrání před deštěm, sněhem, větrem, a zároveň umožní ujit odvod potní páry od těla skrz textilií. Tyto vlastnosti zaručí vysoký stupeň komfortu především při nošení během fyzické námahy. Mnoho textilních materiálů je nepromokavých, ale ne všechny jsou zároveň prodyšné [11].

- Hydrostatická odolnost
- Prodyšnost
- Odolnost proti vtroušení

- Omak, splývavost, pružnost
- Odolnost proti přetržení, pevnost v tahu, pevnost v protlačení
- Pevnost v oděru
- Rozměrová stálost
- Stabilita ohýbání, šíření, stárnutí materiálu
- Snadná údržba
- Odolnost proti zapínání
- Skladnost
- Ochrana proti ohni (motoristické sporty)
- Ochrana proti UV

### 3.1.1 Hydrostatická odolnost

V posledních letech se hydrostatická odolnost sportovních oděvů stala velmi důležitým parametrem jejich kvality. Polopropustné textilie jsou nepropustné jen do jisté míry. Klasické porézní membrány sice dosahují určitých hodnot nepromokavosti, ale vlivem nošení, ohýbání a nesprávným praním se póry v nejvíce zatížených částech (ramena pod popruhy batohu, lokty, kolena) zužují a nepromokavost se postupně zhoršuje. Poase mě v těchto místech docházet k prostupu kapaliny. Proto je zde velkou výhodou neporézní struktura membrány. Tato membrána je celistvá, pružná a vlivem natahování při běžném nošení zde nehrozí poškození membrány, které by mělo za následek snížení odolnosti proti tlaku vody [6, 12].

Hydrostatická odolnost je vyjádřována výškou vodního sloupce, jenž je určen tlakem vody, která působí na vnější stranu textilie. V tabulce 1 jsou uvedeny ekvivalentní výšky vodního sloupce k různým činnostem [6].

Tabulka 1 Ekvivalentní výšky vodního sloupce k různým činnostem [12]

Výška vodního sloupce	Prováděné činnosti
5 000 mm	Sezení na mokré lavičce, v mokré trávě
12 000 mm	Klečení na kolenu ve sněhu i mokré trávě
15 000 mm	Nesení těžkého batohu (tlak popruhů)
30 000 mm	Pád lyžaře v plné rychlosti do mokrého sněhu

## **Pístroje pro měření vodního sloupce**

Na trhu můžeme najít například pístroj Automatic Hydrostatic Head Tester FX 3000 HYDROTESTER III, který vyrábí německá firma TEXTTEST AG. Pístroj se vyznačuje automatickou detekcí kapek, takže není nutná přítomnost osoby, jenž vzorek testuje. V této práci bylo měření prováděno na následujícím pístroji (obr.10) umístěným na Katedře hodnocení textilií TUL [13].



**Obrázek 10 Pístroj pro měření vodního sloupce Shirley Hydrostatic Head Tester M018 [25]**

## **Normy měření hydrostatické odolnosti**

- **SN EN 20811 - Textilie. Stanovení odolnosti proti pronikání vody o zkouška tlakem vody**

Výška vodního sloupce, kterou textilie udrží, vyjadřuje odolnost plošné textilie proti pronikání vody. Z jedné strany na vzorek působí stále se zvyšující tlak vody tak dlouho, dokud nedojde na těchto místech k proniknutí vody. Tlak, při kterém voda pronikne ve kterém místě, je zaznamenán. Výsledkem zkoušky je odolnost výrobků z plošných textilií proti krátkodobému i střednědobému působení tlaku vody [14].

- Nejdříve se jímá body normy [14]

Zkušební vzorek musí být upnutý tak, aby:

- byl vodorovný a nevydouvat se;
- na plochu  $10 \text{ cm}^2$  působil zvyšující se tlak vody zespodu nebo shora;
- u upínacích pruhů neprosakovala voda během zkoušky;
- neprokluzoval v upínacích pruhách;
- u sevřeného okraje co nejméně pronikala voda;
- poufňvaná voda musí být destilovaná nebo neionizovaná o teplotu  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  nebo  $27 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- rychlost zvyšování tlaku vody musí být  $10 \pm 0,5$  nebo  $60 \pm 3 \text{ cm}$  vodního sloupce za minutu;
- manometr by měl umožňovat odečítat tlak s přesností na  $0,5 \text{ cm}$  vodního sloupce.

▪ **SN EN 1734 - Textilie povrstvené pryží nebo plasty o Zjištění odolnosti proti pronikání vody o Postup při nízkém tlaku**

Metoda pro zjištění odolnosti plošných textilií povrstvených pryží nebo plasty proti pronikání vody při působení určitého hydrostatického tlaku po stanovenou dobu [15].

Za normalizovaných podmínek je zkušební vzorek povrstvené textilie vystaven stále se zvyšujícímu tlaku vody do doby než dosáhne tlaku stanoveného v technických podmínkách povrstvené textilie. Tlak, uvedený v technických podmínkách je udržován po stanovenou dobu nebo tak dlouho, dokud nepronikne voda textilií. Dále se tak dle toho, která z dob je kratší [15].

**Normy zaměřené na vlastnosti ve vztahu k odolnosti vůči působení vody poufňvají termíny:**

- **Vodoodpudivost** je stanovena odolnost textilií vůči povrchovému smáčení prováděným pomocí skrácené metody, jenž určuje stupeň smáčení povrchu. Projevuje se tvorbou charakteristických kapek na odvodu. Stupeň smáčení je míra odolnosti povrchu textilií vůči smáčení. Zkouška se provádí dle normy SN EN 24920 u plošných textilií s vodoodpudivou nebo bez vodoodpudivé úpravy [16].

- **Nepromokavost** je hodnocena dle normy SN EN 29865 (800856) Bundesmannovou metodou. Zkouška slouží ke stanovení účinnosti úprav, které plošným textiliím dodávají nepromokavost [17].
- **Odolnost plošné textilie vůči pronikání vody** je vyjádřena výškou vodního sloupce, kterou textilie udrží. Vodní sloupec je měřítko pro vodotěsnost látky. Na jednu stranu vzorku působí stále se zvyšující tlak vody tak dlouho, dokud na těchto místech neproniknou kapky vody. Při proniknutí těchto kapky vody je naměřený tlak zaznamenán [14].

### 3.1.2 Propustnost pro vodní páry

Propustnost pro vodní páry je měřena pomocí přístroje Permetest. Přístroj je založený na měření tepelného toku  $q$ , který prochází povrchem tepelného modulu lidské pokožky. Základ modulu je tvořen porézní zvlhčenou deskou, která simuluje funkce ochlazování pocením. Deska je pokryta separační fólií propouštící vodní páry, ale nepropouštící vodu. Na tento povrch je přiložen měřený vzorek a jeho vnější strana je ofukována. Měřicí hlavice je udržována na teplotě okolního vzduchu (20 ± 23 °C), který je do přístroje nasáván → zajištění izotermické podmínky měření. Při měření je pak vlhkost v porézní vrstvě měřena v páru, která přes fólii prochází měřeným vzorkem. Speciálním snímačem je měřen výparný tepelný tok, jehož hodnota je [18]:

- a) přímým měřením paropropustnosti textilie
- b) nepřímým měřením výparnému odporu textilie

Vždy je však měřen nejdříve tepelný tok bez vzorku a poté tepelný tok se vzorkem. Přístroj eviduje odpovídající tepelné toky  $q_o$  a  $q_v$  [18].

#### ▪ Stanovení relativní propustnosti pro vodní páry

Přístroj měří relativní propustnost textilií pro vodní páry  $p$  [%], je to nenormalizovaný parametr. 100% propustnost představuje tepelný tok, který prochází nezakrytou měřicí hlavici měřicím vzorkem. Zakrytím měřicí hlavice měřeným vzorkem je tepelný tok snížen na hodnotu  $q_v$  [ $W/m^2$ ] [18].



V dnešní době ty nejlepší membránové materiály dosahují i při hodnotách 20 000 mm vodního sloupce paropropustnosti 20 000 g/m<sup>2</sup>/24hod i více. Mají tedy Ret menší než 6. Neznamená to však ale, že dokážou převést veškerou vlhkost do vnějšího prostředí. To, zda materiál odstraní veškerou vlhkost nebo nějaká ve vrstvách zůstane závisí hlavně na poměru, intenzitě záření a způsobu oblékání. Klasifikace propustnosti textilu pro vodní páry v jednotkách Ret je znázorněna v tabulce 2 [6].

**Tabulka 2 Propustnost textilu pro vodní páry [12]**

RET < 6	velmi dobré	nad 20 000 g/m <sup>2</sup> za 24 hod.
RET = 6 - 13	dobré	9 000 - 20 000 g/m <sup>2</sup> za 24 hod.
RET = 13 - 20	uspokojivé	5 000 - 9 000 g/m <sup>2</sup> za 24 hod.
RET > 20	neuspokojivá	pod 5 000 g/m <sup>2</sup> za 24 hod.

### 3.1.3 Prodyšnost

Pokud je materiál dostatečně propustný pro vzduch neboli prodyšný a vnější vzduch je chladnější, lze při fyzickém zatížení část tepla odvést z odvětrávaného systému ventilací. Zejména u sportovních oděvů je vysoká prodyšnost odvětrávaných oděvů. U zimního oblečení, které je vystaveno chladícímu účinku vzduchu, je naopak vysoká prodyšnost nevětrávaných oděvů. Například tenisko, které má v průměru rychlost proudění vzduchu 10 m/s při teplotě vzduchu 5 °C cítí teplotu kolem -3 °C, viz tab. 3. Materiál by měl být schopný odolávat v teple a izolovat organismus od chladu. V každém případě je prodyšnost textilií zapotřebí hodnotit, protože je velmi důležitou vlastností [6, 18].

Tabulka 3 Vnímání tepla při určité teplotě vzduchu a rychlosti v trů [6]

Rychlost v trů		Ekvivalentní teplota [°C]				
m/s	km/h					
0 (bezvětří)		10	5	0	-5	-10
2,5	9	8	4	-3	-9	-14
5	18	6	2	-6	-13	-18
7,5	27	4	0	-9	-17	-22
10	36	2	-3	-12	-21	-26
13	46	0	-6	-15	-25	-30
15,5	55,8	-2	-9	-18	-29	-34
18	64,8	-4	-12	-21	-33	-38
20,5	73,8	-6	-15	-24	-37	-42

### 3.1.4 Omak, splývavost, pružnost

Oděv by neměl bránit užívateli v pohybu, být nepříjemný na dotek a měl by být dokonale přizpůsobivý při pohybové náročnosti sportu [5].

### 3.1.5 Skladnost

Tato vlastnost je velmi důležitá pro uživatele, kteří při sportu musí maximálně snížit hmotnost svého vybavení (např. horolezci). Oděv by měl mít sníženou hmotnost a menší skladovací rozměry, aby nezabíral mnoho místa v batohu [5].

## 3.2 Vlivy ovlivňující funkčnost sportovních oděvů

**Ucpávání pórů** způsobuje snížení prodyšnosti. U mikroporézních membrán může docházet k ucpávání pórů během užívateli. Nečistoty a malé úlomky kůže se mísí s lidským potem a poté zde může dojít k růstu bakterií a plísní [5].

**Snížení vod odolnosti** nastane v případě, že v průběhu používání se membrána může deformovat aťž zlomit a to způsobí zvětšení pórů a snížení vod odolnosti. V porovnání s neporézní membránou mají tyto mikroporézní nižší pevnost v protřetí. Další vliv který, může způsobit snížení vodoopudivosti oděvu je například časté praní

bez impregnování nebo nesprávné ošetření outdoorového odvošb flným pracím prost edkem [5].

P i používání b flných pracích prost edk mohou z stávat v textili chemikálie, které **zvy-ují hmotnost od vo** [5].

Ulp ním zbytk z pracích prost edk na vláknech textilie m fle docházet k **podrážd ní pokofky** [5].

Ne-etné zacházení s od vem i praní m fle **zhor-ít soudrřnost membrány s ostatními vrstvami textilie** [5].

Vlivem extrémn teplých a vlhkých podmínek m fle dojít ke **ztrát funkce polopropustných materiál** . Vzhledem k tomu, fle záleží na velikosti parciálních tlak na obou stranách materiálu, m fle transport vodních par probíhat u t chto materiál v obou sm rech. Objeví-li se efekt rosného bodu, dojde ke zkapaln ní vodní páry a ta poté nem fle projít skrz membránu [5].

**Zdroje zne i-t ní** [21]:

- zbytky lidské k fle
- ne istoty ze vzduchu
- slune ní opalovací krémy
- repelenty proti hmyzu
- konce vláken uvoln né no-ením nebo údrřbou
- prachové ástice p ilnuté k textilii z d vo du nedostate ných antistatických vlastností
- uvoln ná vlákna ze spodního od vo
- zbytky pesticid
- detergenty používaných pro praní.

### **3.3 Doporu ená údrřba membránových od v [22]**

- Klasické mokré praní v pra ce na jemný program i ru n .
- Prát odd len od ostatních od v a pokud možno jednotliv .

- Při praní v pračce je třeba odstranit vše, co by mohlo materiály mechanicky poškodit (zapomenuté věci v kapsách, rozepnuté suché zipy, atp.).
- Pro praní se používají výhradně prací prostředky určené pro tyto materiály. Ty jsou také schopny obnovit vodoodpudivou úpravu. Nesmí se přidávat žádné aviváže, bělidla atp.
- Je nutno odvádět kladně vymáchat, aby se vyplavily veškeré zbytky pracích látek a nečistot, které zhorší vodoodpudivou úpravu.
- Membránové oděvy nefédlímat, ani se nepokoušet odstranit vodu kroucením. Tento způsob mfe oděv nevratně poškodí.
- Vodu nechat ze zavazeneého oděvu vykapat a dosuít zavazeny p i pokojové teplotě. Nesuít na přímém slunci.

#### Symby údržby [23]:



- maximální teplota 30°C
- mírný postup



- výrobek se nesmí bělit



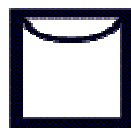
- výrobek se může suít v bubnové sušice na nížší teplotu.



- fěhlení p i maximální teplotě fěhlicí plochy 110 °C,
- bez poufítí páry



- výrobek se nesmí chemicky ístit



- suení v závěsu (po vyprání neodstěovat, jen vyvěsit a nechat odkapat)

## EXPERIMENTÁLNÍ ÁST

V praktické ásti této diplomové práce byla dle norem SN EN 20811 proměna a zjištění na hydrostatická odolnost softshellových materiálů. Testování probíhalo nejprve na referenčním vzorku. Tento vzorek byl proměřen při různých rychlostech přírůstku tlaku, v našem případě 10cmH<sub>2</sub>O/min a 60cmH<sub>2</sub>O/min. Vzorky byly uloženy a měny jak z lící tak z rubní strany materiálu. Na základě výsledků referenčního vzorku bylo rozhodnuto dále materiály proměřit pouze z lící strany při obou rychlostech přírůstku tlaku vody. Měření byla provedena na velmi podobných materiálech referenčnímu vzorku. Ve většině případů se jednalo o třívrstvé softshellové materiály s membránou. Pro nedostatek zkoušeného materiálu bylo bohužel provedeno malé množství měření jak pro přírůstek tlaku 60cmH<sub>2</sub>O/min tak i pro přírůstek tlaku 10cmH<sub>2</sub>O/min u jedenácti různých materiálů. Proto by bylo vhodné se na některé materiály zaměřit i dále zkoumáním.

Cílem práce bylo charakterizovat průběh měření jednotlivých vzorků v závislosti na plošné hmotnosti, druhu membrány a ostatních faktorech. Dále bylo úkolem zjistit, jak se chová přístroj při měření různými rychlostmi přírůstku tlaku.

Experiment byl prováděn v laboratoři Technické univerzity v Liberci na Katedře hodnocení textilií. Použitý přístroj pro měření hydrostatické odolnosti, se nazývá MO18 Hydrostatic Head Tester (viz. 3.1.1 Přístroje pro měření vodního sloupce).

## 4 POPIS VZORK

**Obchodní znaení:**  
STARLITE

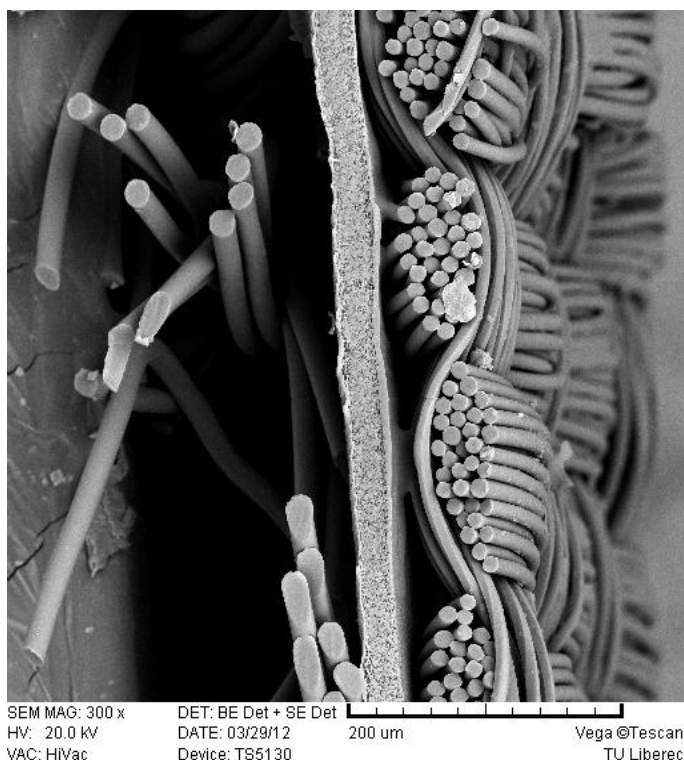
**Materiálové složení:**  
POLYESTER / POLYURETAN

**Druh vazby vrchní vrstvy:**  
PLÁTNOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**  
HYDROFOBNÍ

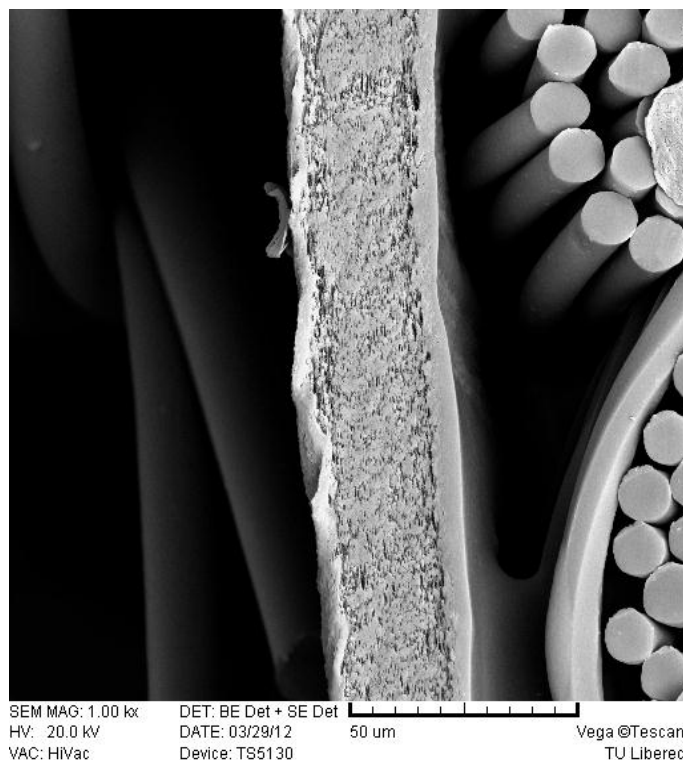
**Druh vazby spodní vrstvy:**  
OSNOVNÍ PLETENINA

**Plo-ná hmotnost:**  
113 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 11 ez materiálem Starlite

Tento materiál se skládá ze tří vrstev spojených laminací. Lícni strana je tvoena tkaninou ve vazb ripstop. Rubní strana je tvoena polyesterovou osnovní pleteninou, která kryje a chrání membránu před poškozením. Membrána, jak je vidět na obrázku 12, je z obou stran pokryta souvislou pojivovou hmotou. Vrchní vrstva materiálu je opatřena DWR (Durable Water Repellent) úpravou, která odpuzuje dešť a sněh.



Obrázek 12 ez materiálem Starlite ó detail membrány

**Obchodní znaení:**  
DIABOLO

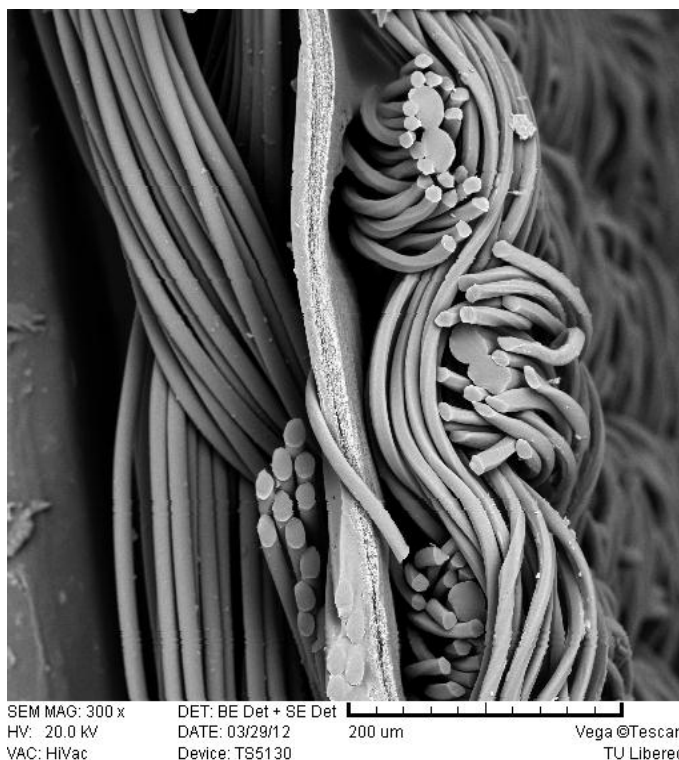
**Materiálové složení:**  
96% polyamid / 4% polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**  
PLÁTOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**  
HYDROFBNÍ

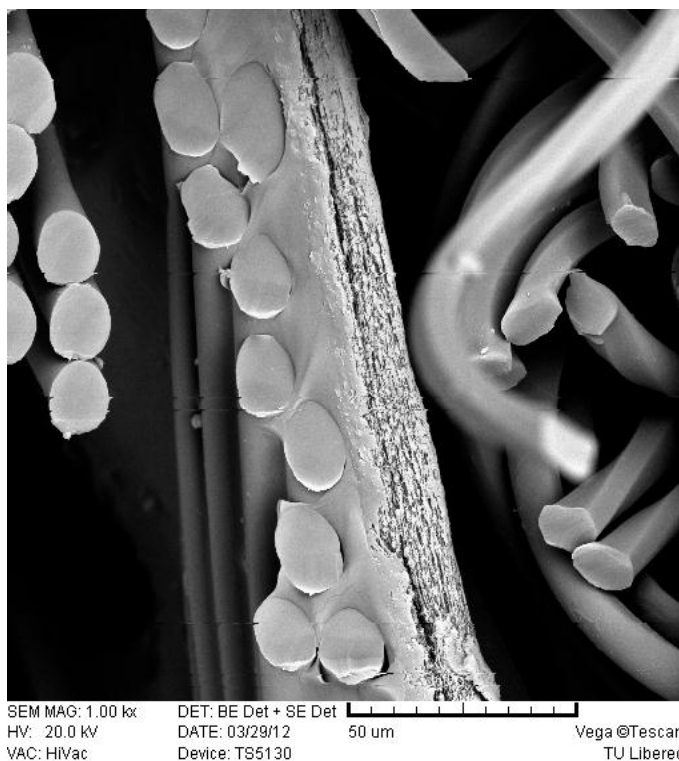
**Druh vazby spodní vrstvy:**  
OSNOVNÍ PLETENINA

**Plo-ná hmotnost:**  
114 g/m<sup>2</sup>



**Obrázek 13** ez materiálem Diabolo

Diabolo je materiál tvořen hydrofobní membránou z vrchní strany bodově spojenou s textilií z ripstopové vazby. Vnitřní strana membrány je souvislou pojivovou vrstvou spojena s osnovní pleteninou, která ji zde kryje a chrání před případným poškozením. Povrch materiálu je ošetřen DWR úpravou.



**Obrázek 14** ez materiálem Diabolo detail membrány

**Obchodní značení:**

VARDAR

**Materiálové složení:**

86% polyamid / 14% polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**

PLÁTNOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**

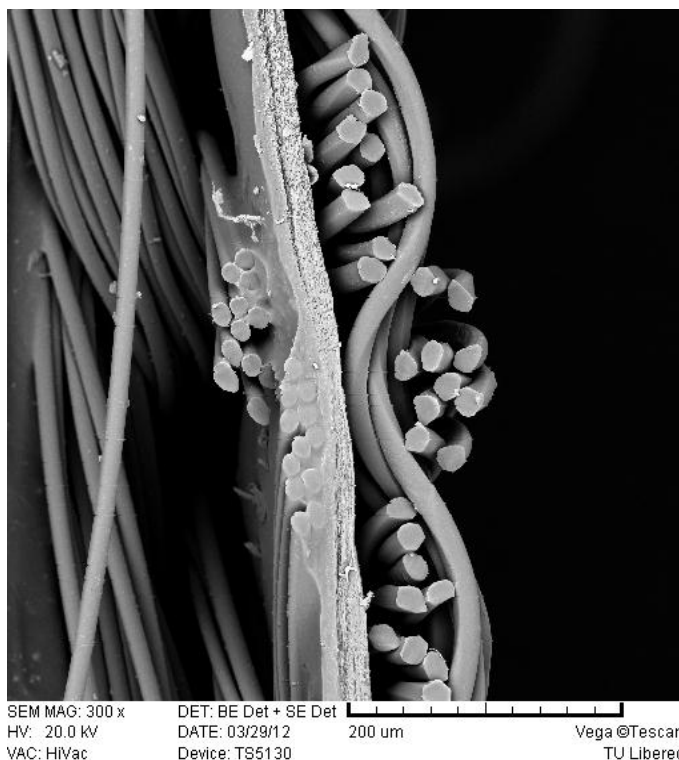
HYDROFBNÍ/HYDROFILNÍ

**Druh vazby spodní vrstvy:**

OSNOVNÍ PLETENINA

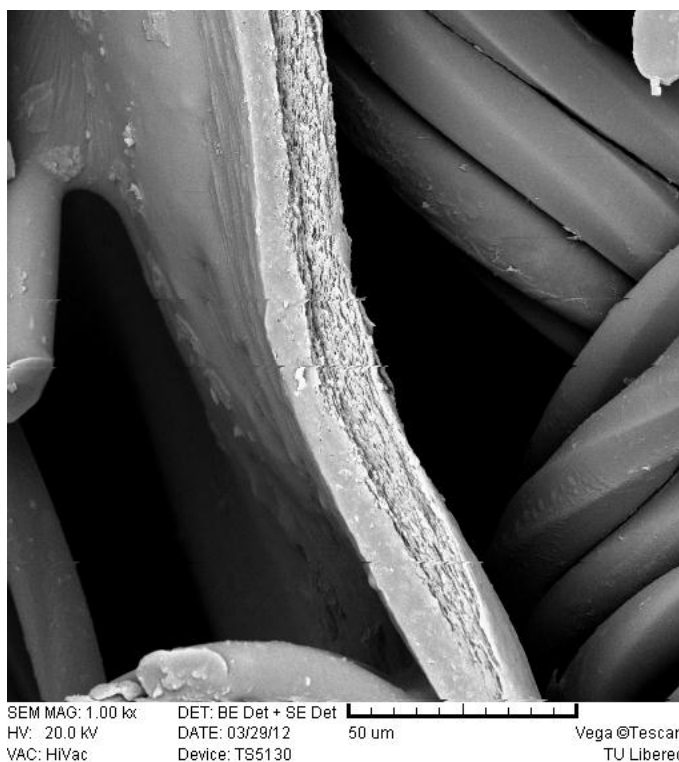
**Plošná hmotnost:**

103 g/m<sup>2</sup>



**Obrázek 15**   ez materiálem Vardar

Jedná se o materiál s dvousložkovou membránou, tedy hydrofobní i hydrofilní membránou. Vrchní strana materiálu je s hydrofobní stranou membrány pojena bodově, kdežto spodní strana z osnovní pleteniny je s hydrofilní membránou pojena souvislou pojivovou vrstvou. Povrch tkaniny (vrchní strana) je ošetřen vodoodpudivou DWR úpravou.



**Obrázek 16**   ez materiálem Vardar o detail membrány



**Obchodní znaení:**  
AZTEC PACLITE

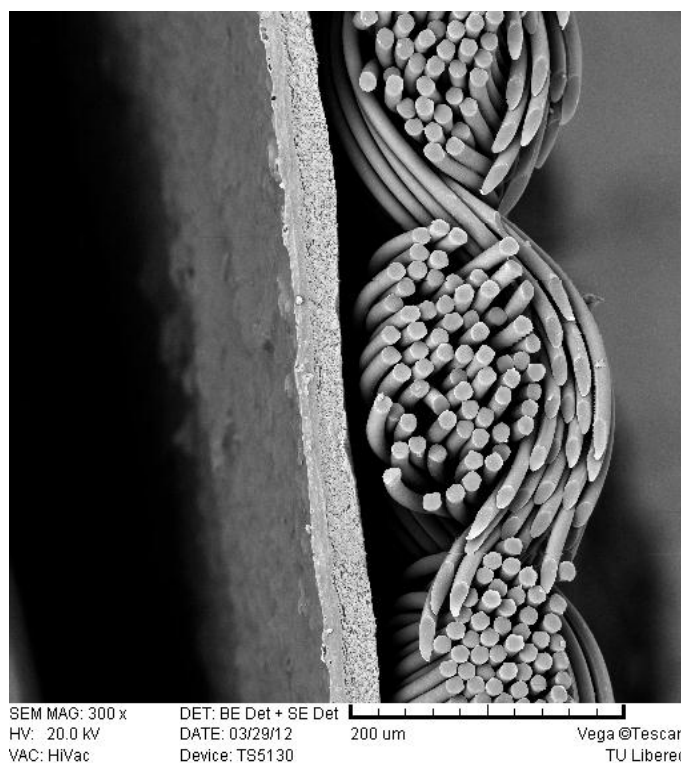
**Materiálové složení:**  
PES/PU

**Druh vazby vrchní vrstvy:**  
PLÁTOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**  
HYDROFBNÍ/HYDROFILNÍ

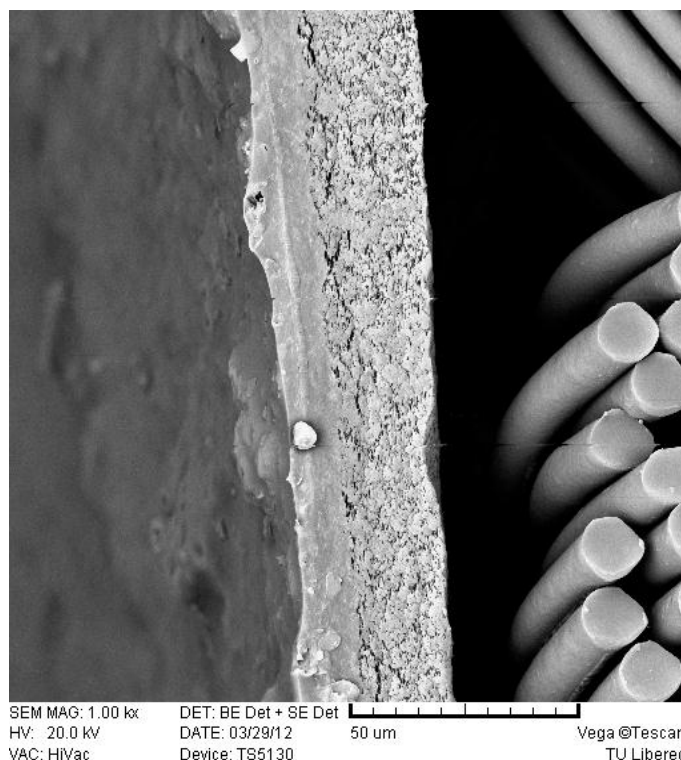
**Druh vazby spodní vrstvy:**  
-

**Plošná hmotnost:**  
128 g/m<sup>2</sup>



**Obrázek 17** ez materiálem Aztec Paclite

Aztec Paclite se skládá z vrchní vrstvy, jenfl je tvo ena plátnovou vazbou. S touto tkaninou v plátnové vazb je hydrofobní strana membrány pojena bodov . Hydrofilní strana membrány není chrán na fládnu pod-ívkou. Ta je zde nahrazena ochranným nánosem naneseným p ímo na membránu, jenfl obsahuje látky odpuzující olej.



**Obrázek 18** ez materiálem Aztec Paclite ó detail membrány

**Obchodní znaení:**

TITANIUM

**Materiálové složení:**

83 % polyester / 17 % polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**

PLÁTNOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**

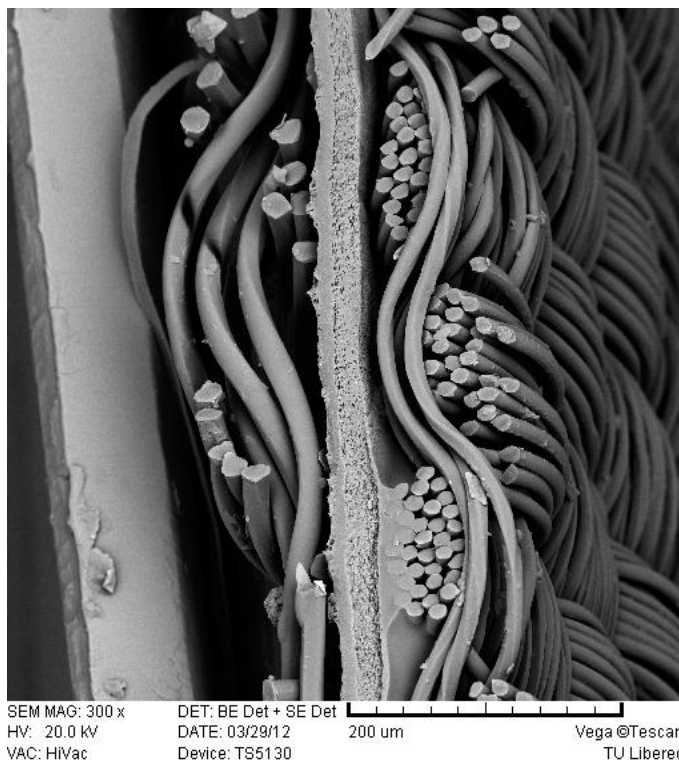
HYDROFBNÍ/HYDROFILNÍ

**Druh vazby spodní vrstvy:**

PLÁTNOVÁ VAZBA

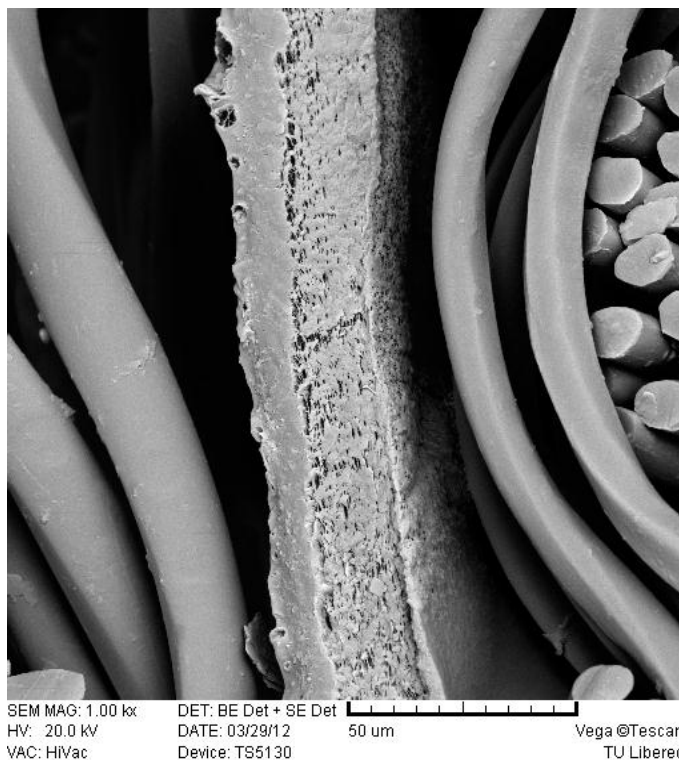
**Plo-ná hmotnost:**

113 g/m<sup>2</sup>



**Obrázek 19** ez materiálem Titanium

Tento materiál má dvouslofkovou membránu, kde p eváflná ást membrány je hydrofobní (pravá ást na obr. 20). Tato strana je bodov spojena s vrchovým materiálem v plátnové vazb . Pod-ívkový materiál také v plátnové vazb v podstatn nífl-í hustot provázání chrání hydrofilní ást membrány.



**Obrázek 20** ez materiálem Titanium ó detail membrány

**Obchodní značení:**  
SPL

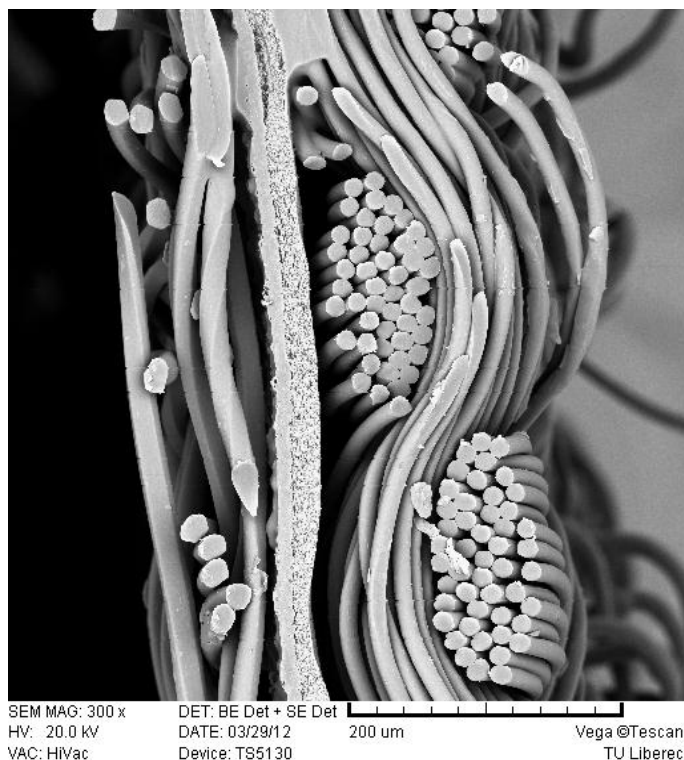
**Materiálové složení:**  
Polyester/Polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**  
PLÁTNOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**  
HYDROFOBNÍ/HYDROFILNÍ

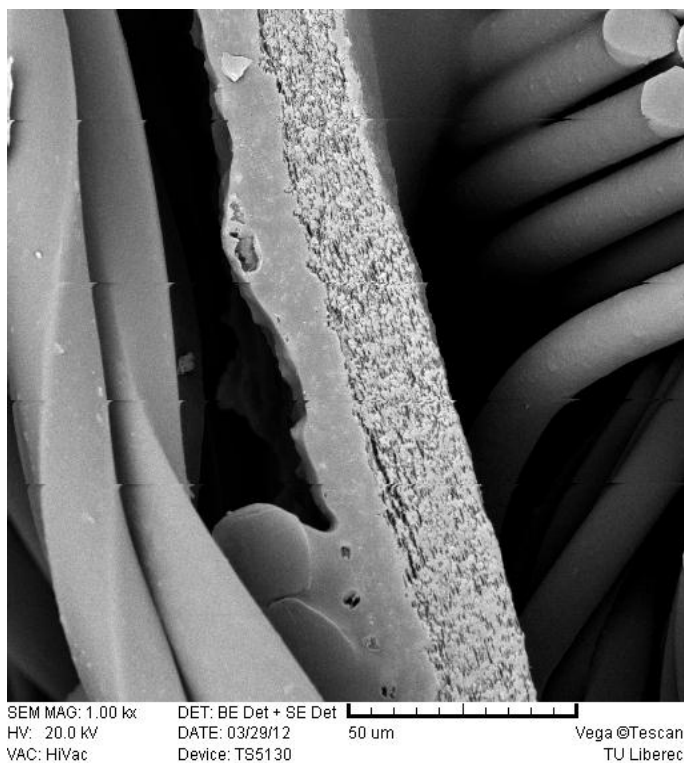
**Druh vazby spodní vrstvy:**  
PLÁTNOVÁ VAZBA

**Plošná hmotnost:**  
160 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 21 Zřez materiálem SPL

Materiál SPL je třívrstvý materiál velmi podobný svou strukturou a složením materiálu Titanium. Liší se snad jen podstatně nižší hustotou nití použitých na vrchní stranu textilie a nepatrně nižší hustotou nití použitých na podlévkový materiál. S vrchní stranou je membrána spojena bodově, s podlévkovou tkaninou je membrána spojena souvislou pojivovou vrstvou.



Obrázek 22 Zřez materiálem SPL o detail membrány

**Obchodní znaení:**

S3K - 1073S (SSC - 8960-3)

**Materiálové složení:**

45% polyester / 38% polyester  
S.Café / 17% polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**

INTERLOKOVÁ PLETENINA

**Druh membrány:**

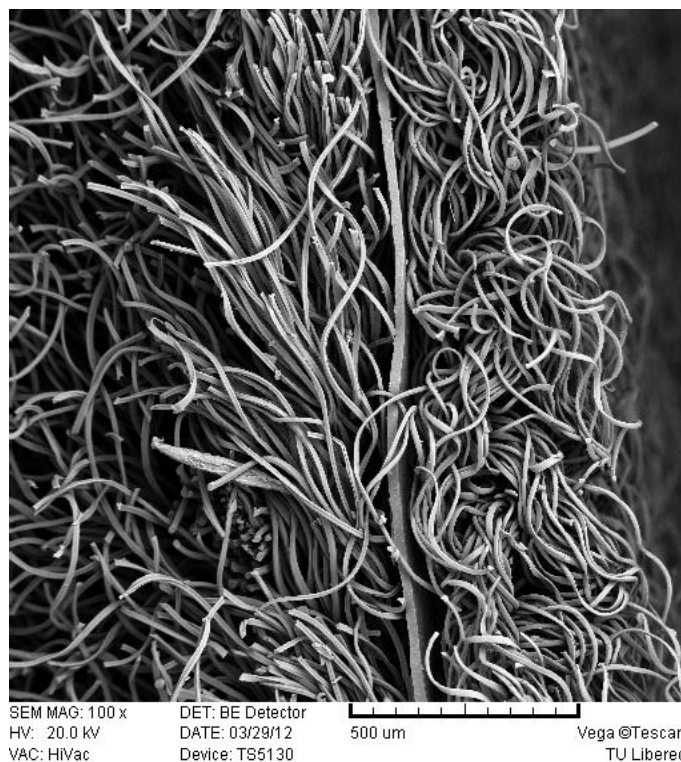
HYDROFILNÍ

**Druh vazby spodní vrstvy:**

OSNOVNÍ ZÁTAĚNÁ  
PO ESANÁ PLETENINA

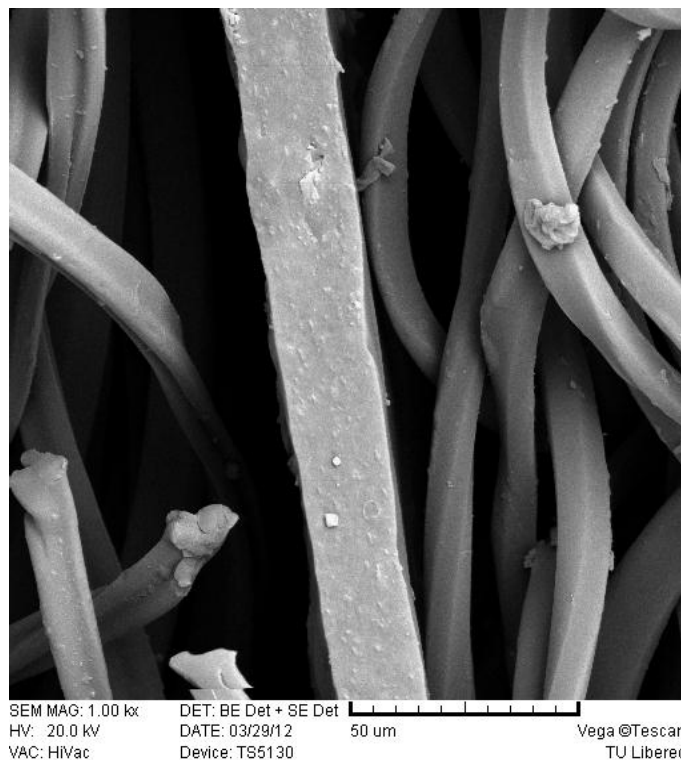
**Plošná hmotnost:**

266 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 23 ez materiálem S3K 1073S

Jde o materiál s obchodním názvem S3K 1073S, jenž se vyrábí z polyesterových S.Café vláken. Po dlouhodobém výzkumu založila firma Singtex do polyesterových vláken přidávat kávovou sedlinu. Tato modifikace má za účel chránit proti UV, omezovat zápach a urychlit schnutí textilie. Tento materiál má z vrchní strany osnovní obouřicní pleteninu bodov pojenou s hydrofilní membránou. Ze spodní strany je membrána chráněna také osnovní obouřicní pleteninou, která je navíc z jedné strany po esána. Výška vodního sloupce by dle výrobce měl materiál dosahovat 5000mmH<sub>2</sub>O. Povrch je ošetřen vodoodpudivou DWR úpravou.



Obrázek 24 ez materiálem S3K 1073S o detail membrány

**Obchodní znaení:**

S3K - 827 (SGA - 71348)

**Materiálové složení:**

57% poly (etylen oxid) /  
33% polyester / 10% polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**

INTERLOKOVÁ PLETENINA

**Druh membrány:**

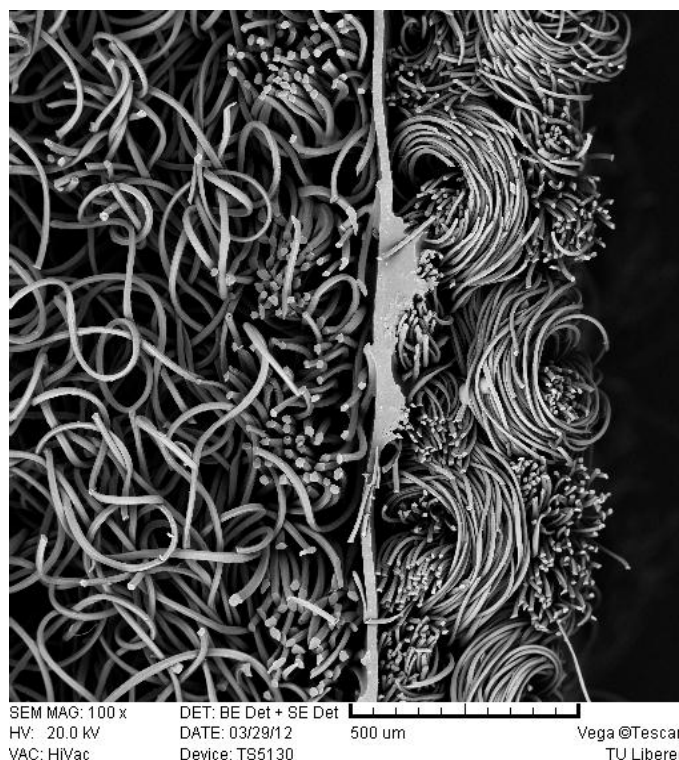
HYDROFILNÍ

**Druh vazby spodní vrstvy:**

HLADKÁ JEDNOLÍČNÍ  
PLETENINA

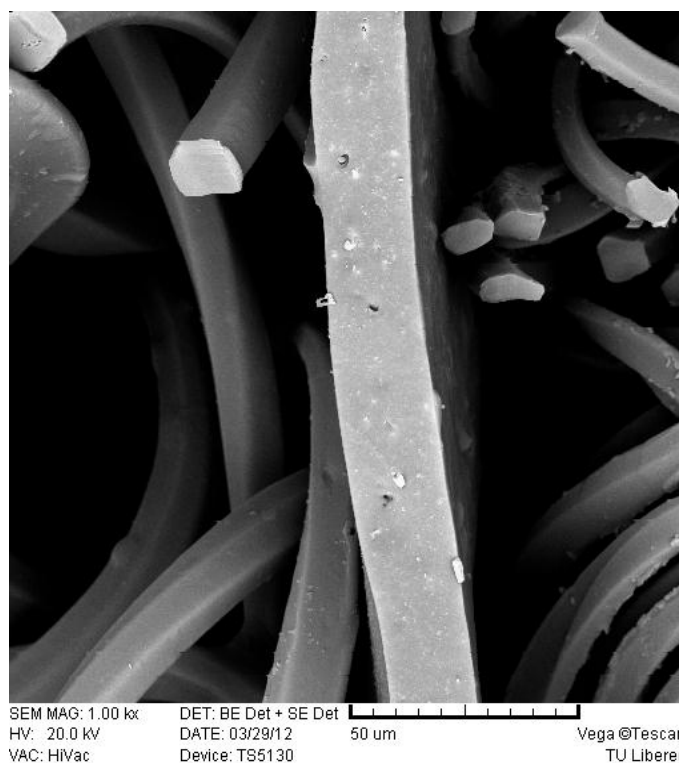
**Plošná hmotnost:**

339 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 25 ez materiálem S3K 827

Tento materiál se skládá ze tří vrstev. Vrchní vrstvu tvoří interloková pletenina bodově pojena s hydrofilní membránou, spodní vrstvu tvoří hladká jednolúčná pletenina. Ta je z lící strany bodově pojena s membránou. Rubní strana pleteniny je pro lepší hejivost a omak navíc prošlá. Z lící strany je materiál ošetřen 20x DWR úpravou a dle výrobce by výška vodního sloupce měla být 10 000mmH<sub>2</sub>O.



Obrázek 26 ez materiálem S3K 827 o detail membrány

**Obchodní znaení:**

S3K - 894 (SGA - 7105)

**Materiálové složení:**

77% polyester / 23% polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**

INTERLOKOVÁ  
PLETENINA

**Druh membrány:**

HYDROFILNÍ

**Druh vazby spodní vrstvy:**

HLADKÁ JEDNOLÍČNÍ  
PLETENINA

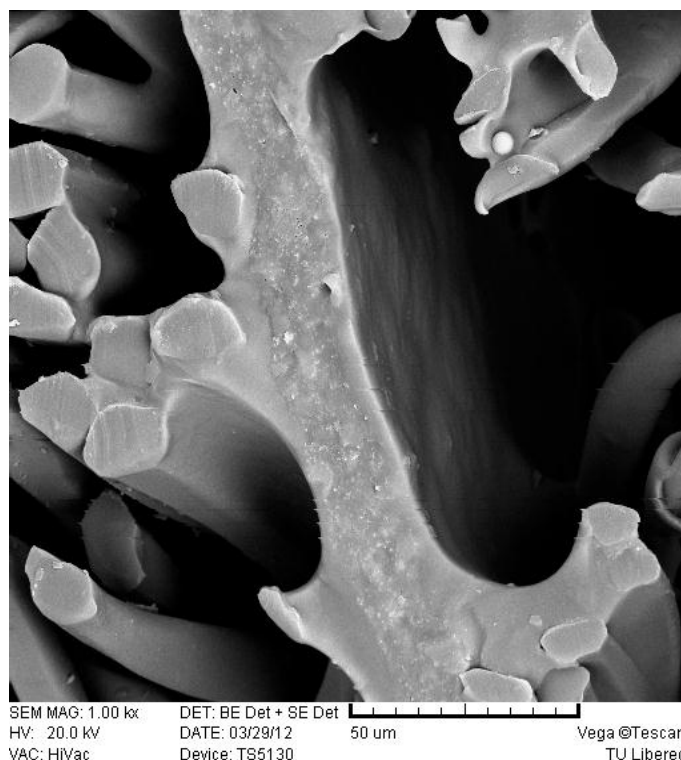
**Plo-ná hmotnost:**

272 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 27 ez materiálem S3K 894

Poslední materiál z ady S3K je také složen ze tří vrstev. Vrchní vrstva je tvořena interlokovou pleteninou s 20x DWR úpravou. S hydrofilní membránou je spojena velmi tenkou souvislou pojivovou vrstvou. Ze spodní strany je membrána chráněna hladkou jednolící pleteninou, jenž je na rubu poesána. Výrobce uvádí výšku vodního sloupce činící 10 000 mm.



Obrázek 28 ez materiálem S3K 894 ó detail membrány



**Obchodní značení:**  
S3W - 1141 (SSB - 9606)

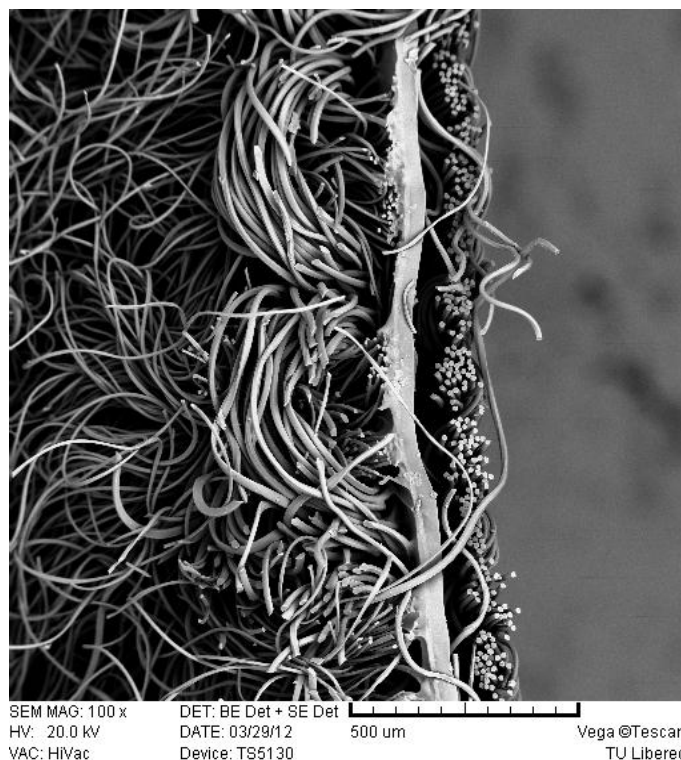
**Materiálové složení:**  
PES/PU/PAD/SPANDEX

**Druh vazby vrchní vrstvy:**  
PLÁTOVÁ

**Druh membrány:**  
HYDROFILNÍ

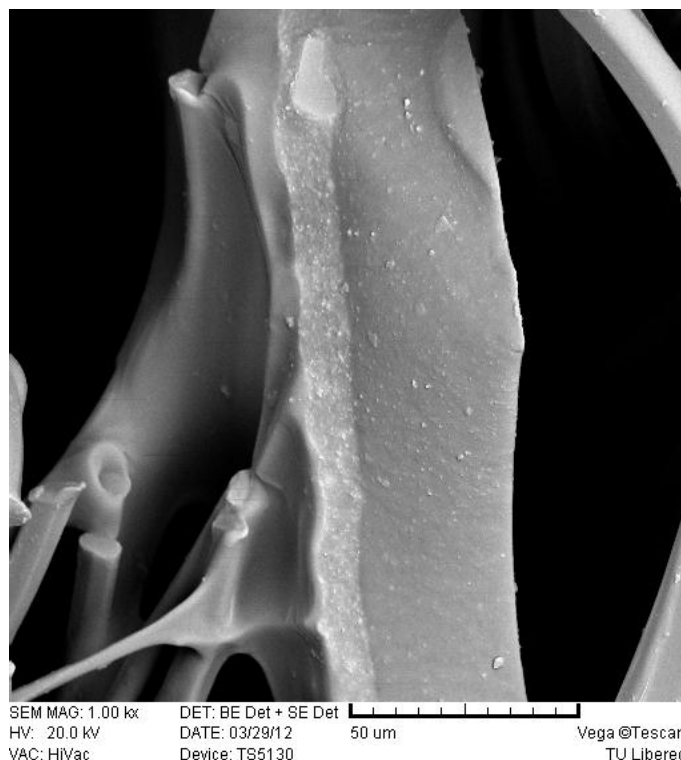
**Druh vazby spodní vrstvy:**  
HLADKÁ JEDNOLÍČNÍ  
PLETENINA

**Plošná hmotnost:**  
305 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 29 z materiálem S3W 1141

Materiál S3W 1141 se vyznačuje hydrofilní membránou z vrchní strany krytou tkaninou v ripstopové vazbě. Ze spodní strany je membrána pojena souvislou pojivovou vrstvou s hladkou jednolíčnou pleteninou, z rubní strany poesanou pro vytvoření efektu hejivosti a omaku. Od výrobce je udávána výška vodního sloupce 20 000 mm. Vrchní část materiálu (lící strana materiálu) je ošetřena vodoodpudivou (W/R) úpravou.



Obrázek 30 z materiálem S3W 1141 o detail membrány

**Obchodní značení:**  
S3W 1030

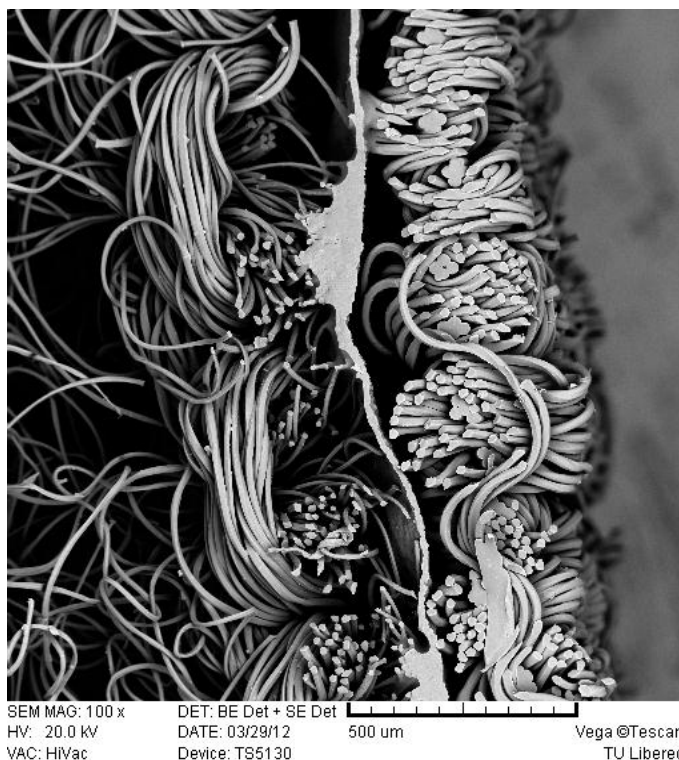
**Materiálové složení:**  
Polyester / polyuretan

**Druh vazby vrchní vrstvy:**  
PLÁTNOVÁ VAZBA

**Druh membrány:**  
HYDROFILNÍ

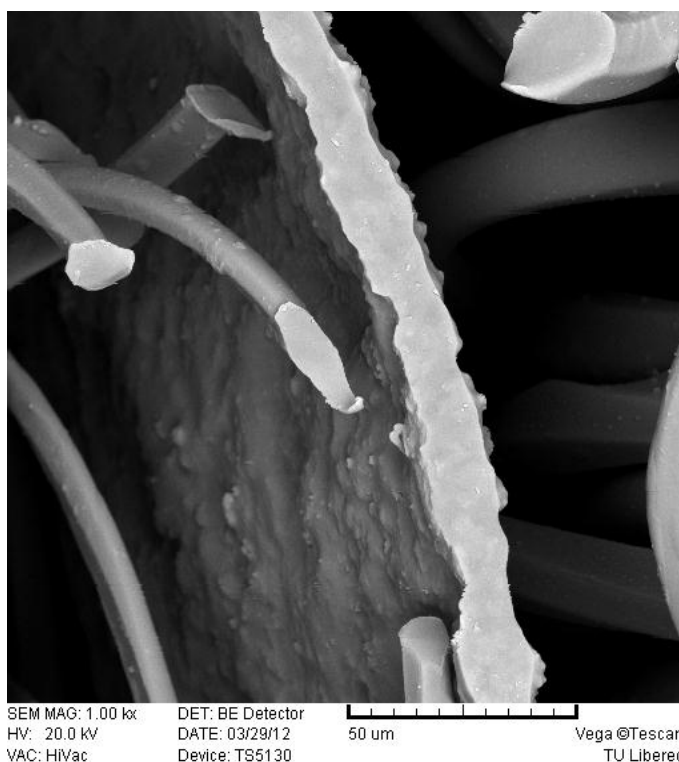
**Druh vazby spodní vrstvy:**  
HLADKÁ JEDNOLÍCNÍ  
PLETENINA

**Plošná hmotnost:**  
164 g/m<sup>2</sup>



**Obrázek 31**    ez materiálem S3W 1030

Tento materiál se skládá ze tří vrstev, kde vrchní vrstvu tvoří tkanina v ripstopové vazbě a spodní vrstvu hladká jednolícní pletenina z rubu po esaně. Uprostřed těchto vrstev je bodově laminovaná hydrofilní membrána.



**Obrázek 32**    ez materiálem S3W 1030 o detail membrány



**Znaení:**

REFERENÍ VZOREK

**Materiálové složení:**

NOMEX/POLYURETAN

**Druh vazby vrchní vrstvy:**

-

**Druh membrány:**

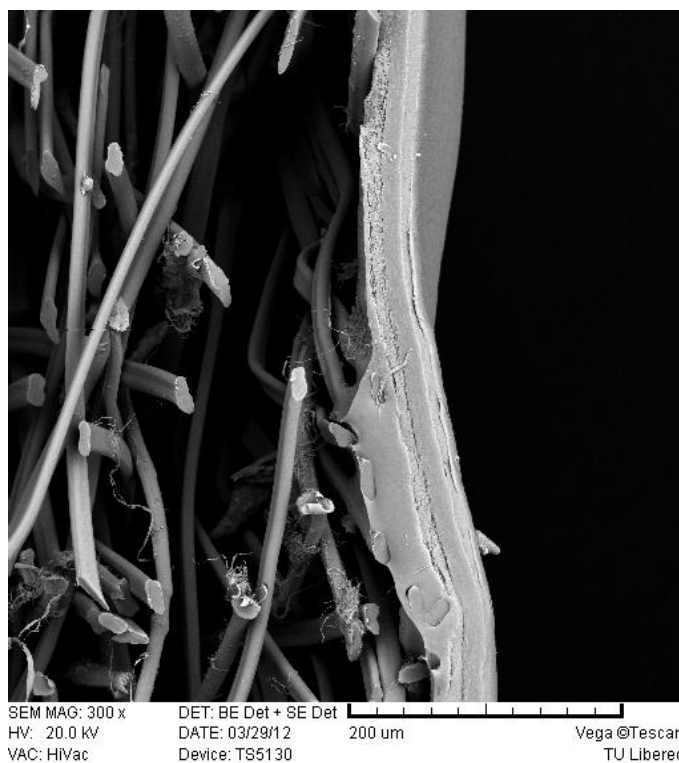
HYDROFBNÍ/HYDROFILNÍ

**Druh vazby spodní vrstvy:**

NETKANÁ TEXTILIE

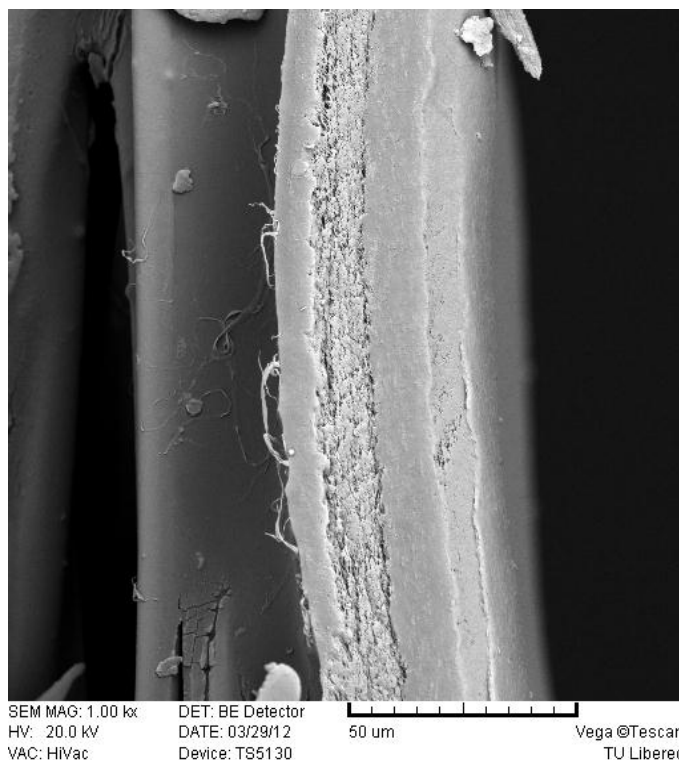
**Plo-ná hmotnost:**

164 g/m<sup>2</sup>



**Obrázek 33** ez referen ním vzorkem

Jedná se o referen ním vzorek, který se skládá z hydrofobní a hydrofilní membrány. Jako textilní nosi je pouflita netkaná textilie z Nomexových vláken na spodní stran materiálu. Vrchní a tedy i lící strana materiálu je tvo ena ochranným nánosem naneseným p ímo na membránu.



**Obrázek 34** ez referen ním vzorkem ó detail membrány

## 5 ZKOUŠENÍ MATERIÁLU

### 5.1 Plošná hmotnost

Pro zjištění plošné hmotnosti existují dva způsoby. V prvním případě je z textilie pomocí raznice vyražen kruhový vzorek o ploše minimálně 50 000 mm<sup>2</sup>. V druhém případě může být vzorek odříznut pomocí šablony o rozměru 50 000 mm<sup>2</sup> (např. 250 mm x 200 mm) a filetky. Plošná hmotnost je zjištěna tak, že jsou z každého materiálu odříznuty minimálně 3 zkušební vzorky, každý o ploše min. 50 000 mm<sup>2</sup>. Vyříznuté vzorky jsou zváženy na vahách, které ufl zobrazí plošnou hmotnost v g/m<sup>2</sup> [19].

V tabulce 4 jsou zobrazeny naměřené plošné hmotnosti vzorků.

Tabulka 4 Plošná hmotnost

OBCHODNÍ NÁZEV	Plošná hmotnost (g/m <sup>2</sup> )
<b>S3W 1030</b>	350 <385,0;315,0>
<b>S3W Ě 1141 (SSB - 9606)</b>	305 <335,5;274,5>
<b>S3K - 894 (SGA - 7105)</b>	272 <299,2;244,8>
<b>S3K - 827 (SGA - 71348)</b>	339 <372,9;305,1>
<b>S3K - 1073S (SSC - 8960-3)</b>	266 <292,6;239,4>
<b>SPL</b>	160 <176,0;144,0>
<b>TITANIUM</b>	113 <124,3;101,7>
<b>AZTEC PACLITE</b>	128 <140,8;115,2>
<b>VARDAR</b>	103 <113,3;92,7>
<b>DIABOLO</b>	114 <125,4;102,6>
<b>STARLITE</b>	113 <124,3;101,7>

## 5.2 Odolnost proti pronikání vody (vodní sloupec)

### 5.2.1 Princip měření

Měření odolnosti textilie proti pronikání vody pod tlakem bylo provedeno na přístroji Shirley Hydrostatic Head Tester M018. Přístroj je založen na principu působení tlaku na upnutou textilii pomocí stlačeného vzduchu a vody obsažené v hlavici zásobníku. Na kruhovou oblast je umístěna textilie tak, aby po upevnění a přitlačení hlavicí přesahovala okraje. Plocha testovaného materiálu je  $100\text{ cm}^2$  a tlak vody měřena vzorek působit shora nebo zespoda, jako tomu bylo v tomto případě. Voda je vytlačována stlačeným vzduchem a působí tak tlakem na plochu textilie. Tento tlak je automaticky regulovaný podle nastavené rychlosti nárůstu. Působením tlaku vrstvená textilie mění tvar a vytváří se kulový vrchlík, jenž se změnou tlaku mění rozměry. V době kdy na povrch textilie proniknou první kapky vody je měření zastaveno, zaznamenán čas a dosažená výška vodního sloupce. Použity byly dvě měření pro přímý stek tlaku  $60\text{ cmH}_2\text{O}/\text{min}$  a dvě měření pro přímý stek tlaku  $10\text{ cmH}_2\text{O}/\text{min}$ . U některých vzorků došlo k úplnému protřetí, u jiných praskla pouze membrána nebo se objevily kapky na povrchu textilie.

Při poizování dat došlo k několika chybám při měření, které jsme se pokusili co nejvíce eliminovat. Po seřízení materiálu v hlavici začaly po několika chvilkách měření okolo spodního okraje protékat kapky vody což trvalo až do ukončení měření. Tento problém se vyskytoval u odolných měřených vzorků i přes to, že byl přístroj v průběhu proměření vzorků odborně opraven. U některých vzorků také došlo k pronikání vody skrz materiál v místě stlačené hlavy. Další příčinou bylo nesprávné naplnění přístroje vodou a v průběhu měření začal unikat vzduch a klesat tlak. Měření tak musela být ukončena. Ke všem chybám bylo přihlédnuto a naměřená data byla v konečném vyhodnocování vyřazena. Bohužel tím bylo spotřebováno množství testovaného materiálu zcela zbytečně pro výsledné hodnoty odolnosti. V našem případě, kdy cílem práce bylo také hodnocení měřicího procesu, nedokonalá měření posloužila k detekci chyb, aby bylo možné v kterém v budoucnu předejít.

**Podmínky měření:**  $t = 23^\circ\text{C}$

$$\phi = 31\%$$

### 5.2.2 Průběh měření referenčního vzorku

Při nářstu hydrostatického tlaku různými rychlostmi byl zaznamenán a porovnán průběh věch měření. Z důvodu nedostatku ostatních materiálů bylo pouze u tohoto materiálu provedeno větší množství měření. Nemělo být tedy tímto výsledky definovány všechny druhy textilií stejně, ale na základě pozorování jednotlivých měření soudíme, že se ostatní materiály chovají velmi podobně.

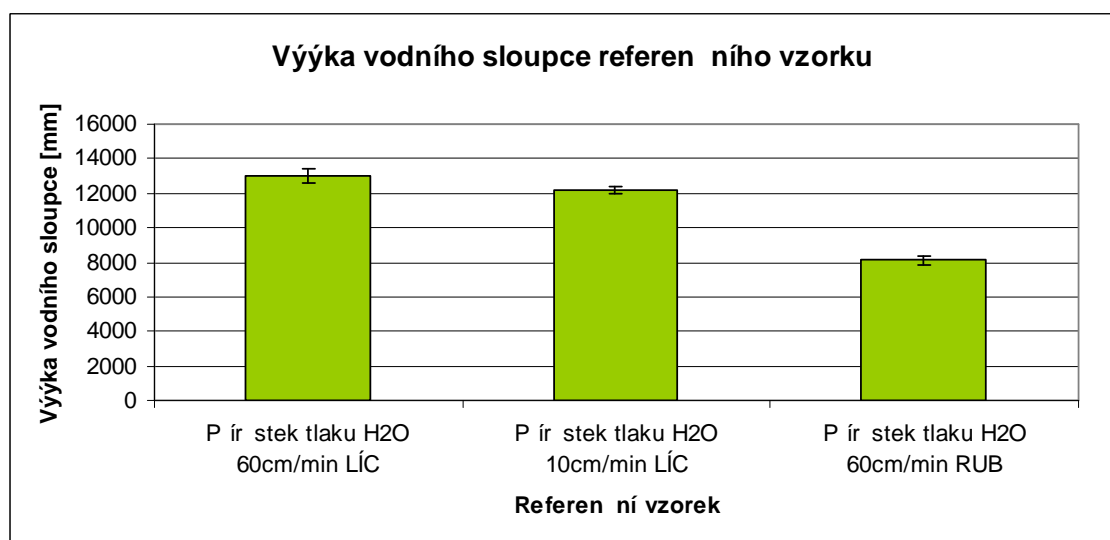
Testováním lící strany vzorku středně rychlým nářstem tlaku, tedy 60 cmH<sub>2</sub>O/min, u více jak poloviny měření materiál ještě před proniknutím kapek na povrch praskl. U ostatních měření pronikly na povrch kapky nebo došlo k jedné z uvedených chyb měření. Přibližně trvala měření 20 minut a bylo dosaženo téměř 13 000 mmH<sub>2</sub>O, což splňuje podmínku outdoorových materiálů. Věchna měření lící strany vzorku s pomalým nářstem tlaku (10 cmH<sub>2</sub>O/min) dosáhla nepatrně nižších hodnot výšky vodního sloupce, než při středně rychlém nářstu tlaku, ale také ještě splňuje podmínku outdoorových materiálů. Této výšce ovšem bylo dosaženo průměrně o 1,5 hodiny déle s tím, že dříve než materiál prasknul, voda začala prosakovat v místě stlačené hlavičky.

Provedena byla také měření z rubní strany vzorku, aby bylo zjištěno, jak se materiál chová a zda se výsledky budou výrazně lišit. Středně rychlým nářstem tlaku byla po 13 minutách dosažena výška vodního sloupce průměrně 8100 mmH<sub>2</sub>O a před prasknutím materiálu se membrána začala oddělovat od spodní strany vzorku. Pomalým nářstem tlaku nebylo možné zjistit výšku vodního sloupce, nebo přibližně po 37 minutách měření a dosažení 3700 mmH<sub>2</sub>O začal unikat vzduch a měření muselo být zastaveno. Takovýto průběh měla všechna měření pomalým nářstem tlaku. Vzhledem k tomu, že byly naměřeny výrazně nižší hodnoty vodního sloupce, nemělo smysl pokračovat v měření rubní strany i u ostatních vzorků. Vzhledem k tomu, že z rubní strany byly naměřeny výrazně nižší hodnoty vodního sloupce s nevhodným průběhem měření a při pomalém přírůstku tlaku nebylo možné naměřit řádné hodnoty, nemělo smysl pokračovat v měření rubní strany i u ostatních vzorků. Je nezbytné přidat dalších měřeních předcházet oddělování vrstev i poklesu tlaku díky vypouštění testovací komory.

V tabulce 5 jsou uvedeny průměrné výšky vodního sloupce při pomalém a středním nárůstu tlaku na lící stranu textilie a při středním rychlém nárůstu tlaku z rubní strany textilie.

**Tabulka 5 Výška vodního sloupce referenčního vzorku**

Referenční vzorek	LÍC		RUB	
	Přírstek tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min	10cm/min	Přírstek tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min	10cm/min
Průměrná výška vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	12 995	12 201	8 104	-
Konfidence	433	205	233	-
Plozná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	164			



**Obrázek 35 Graf výšky vodního sloupce referenčního vzorku**

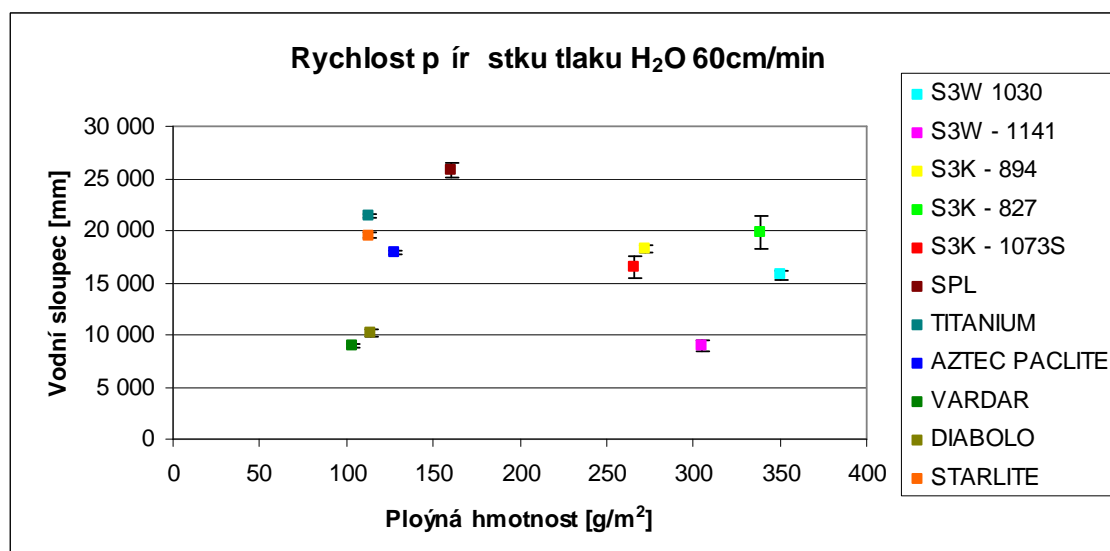
Obrázek 35 znázorňuje výšku vodního sloupce referenčního vzorku jak z rubní tak z lící strany. Pomalý i střední rychlý nárůst tlaku vodního sloupce vykazuje z lící strany téměř shodné hodnoty. To samé se nemělo říci o rubní straně vzorku, kdy při přírůstku tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min byla výška vodního sloupce přibližně o jednu třetinu nižší a při přírůstku tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min se nepodařilo výšku vodního sloupce naměřit vůbec.

**Rychlost nárůstu tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min o st ední rychle**

V celkové tabulce 6 v-ech nam- ených vzork- je vid- t pr- m- r, konfidence a plo- ná hmotnost. Jak je patrné z této tabulky, tém- v- echny materiály spl- ují hodnoty pro nepromokavé outdoorové od- vy a to více jak 10 000 mm vodního sloupce. Li- í se v- ak v plo- né hmotnosti, druhu membrány a vazb- na rubní a lící stran- .

**Tabulka 6 Rychlost nárůstu tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min**

Obchodní název	S3W 1030	S3W - 1141	S3K - 894	S3K - 827	S3K - 1073S	SPL	TITANIUM	AZTEC PACLITE	VARDAR	DIABOLO	STARLITE
Rychlost nárůstu tlaku	60 cmH <sub>2</sub> O										
Pr- m- rná vý- ka vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	15 728	8 925	18 264	19 880	16 535	25 804	21 393	17 888	8 944	10 127	19 548
Konfidence	414	476	365	1 592	1 068	748	140	158	147	368	261
Plo- ná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	350	305	272	339	266	160	113	128	103	114	113

**Obrázek 36 Graf rychlosti p- ír- stku tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min**

Obrázek 36 znázor- uje vý- ku vodního sloupce v- ech prom- ených vzork- textilie v závislosti na jejich plo- né hmotnosti. Z grafu je patrné rozd- lení vzork- na dv- poloviny. První polovinu tvo- í vzorky t- ívrstvého softshellového materiálu, kde vrchní vrstva je z plátnové vazby a uprost- ed je membrána krytá osnovní pleteninou nebo plátnovou vazbou. Druhou polovinu tvo- í také vzorky t- ívrstvého softshellového

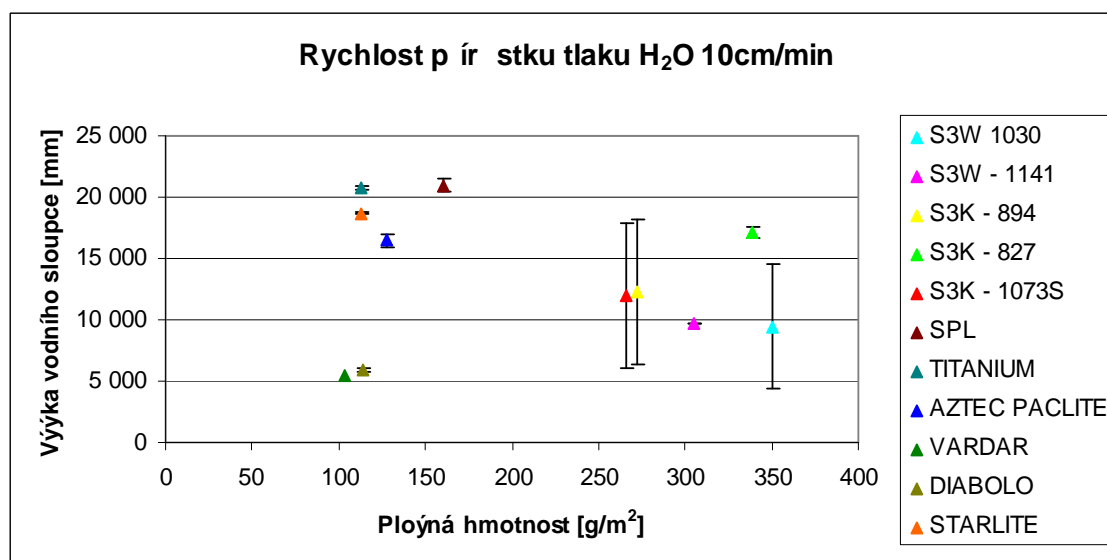
materiálu. Dva vzorky s nejnižší výškou vodního sloupce mají vrchní vrstvu z plátňové vazby a membránu krytou fleecem. Zbývající vzorky jsou z interlokové pleteniny a membrány kryté fleecem.

### Rychlost nárůstu tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min o pomalu

Tabulka 7 je téměř shodná jako předcházející tabulka 6, pouze zde jsou uvedeny hodnoty při pomalém nárůstu tlaku 10cmH<sub>2</sub>O/min.

**Tabulka 7 Rychlost nárůstu tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min**

Obchodní název	S3W 1030	S3W - 1141	S3K - 894	S3K - 827	S3K - 1073S	SPL	TITANIUM	AZTEC PACLITE	VARDAR	DIABOLO	STARLITE
Rychlost nárůstu tlaku	10 cmH <sub>2</sub> O										
Průměrná výška vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	9 398	9 646	12 245	17 058	11 938	20 942	20 742	16 480	5 421	5 883	18 704
Konfidence	5 073	24	5 914	453	5 913	509	157	515	-	191	122
Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	350	305	272	339	266	160	113	128	103	114	113



**Obrázek 37 Graf rychlosti při nárůstu tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min**

Uvedený obrázek 37 znázorňuje všechny materiály měně při pomalém nárůstu tlaku. Výšky vodního sloupce materiálů jsou v závislosti na plošné hmotnosti rozděleny na dvě oblasti. První oblast tvoří materiály s nízkou plošnou hmotností a

druhou materiály s vyšší plošnou hmotností. Pro další použití a přesnější popis budou tyto dvě tabulky (tab. 6, 7,) a grafy (obr. 34, 35) sjednoceny a rozděleny na dvě části, a to na materiál o nižší plošné hmotnosti a materiál o vyšší plošné hmotnosti.

### 5.2.3 Porovnání materiálů z hlediska plošné hmotnosti

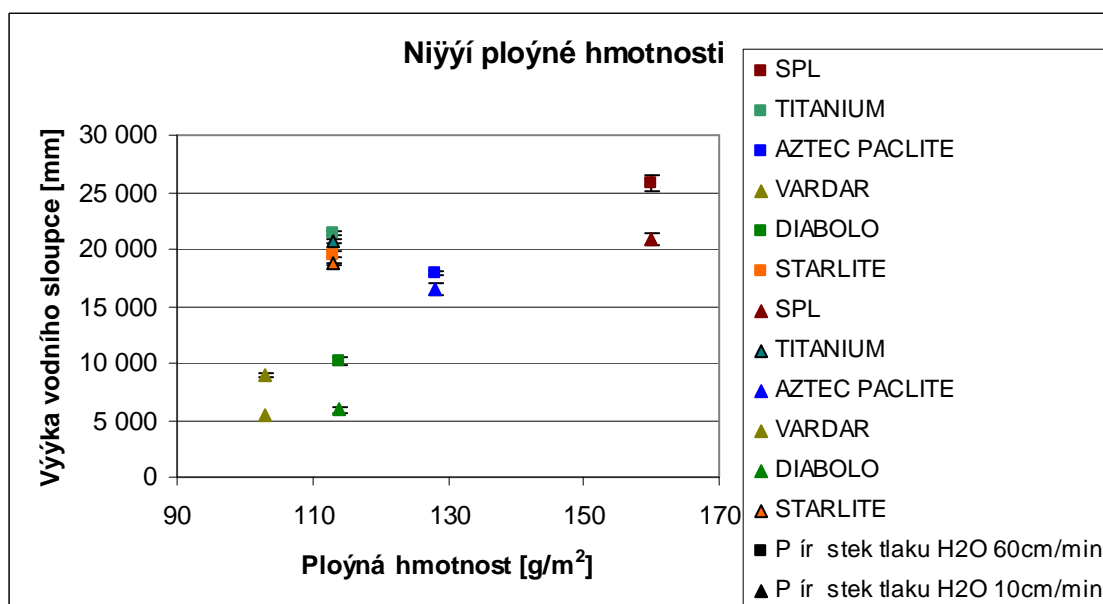
#### Materiál s nižší plošnou hmotností

Zde jsou znázorněny materiály tvořené plátňovou vazbou, membránou a osnovní pleteninou, jenž chrání membránu zespodu.

**Tabulka 8 Materiály s nižší plošnou hmotností**

Obchodní název	SPL		TITANIUM		AZTEC PACLITE		VARDAR		DIABOLO		STARLITE	
	Přítisk tlaku H <sub>2</sub> O		Přítisk tlaku H <sub>2</sub> O		Přítisk tlaku H <sub>2</sub> O		Přítisk tlaku H <sub>2</sub> O		Přítisk tlaku H <sub>2</sub> O		Přítisk tlaku H <sub>2</sub> O	
	60 cm/min	10 cm/min	60 cm/min	10 cm/min	60 cm/min	10 cm/min	60 cm/min	10 cm/min	60 cm/min	10 cm/min	60 cm/min	10 cm/min
Průměrná výška vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	25 804	20 942	21 393	20 742	17 888	16 480	8 944	5 421	10 127	5 883	19 548	18 704
Konfidence	748	509	140	157	158	515	147	-	368	191	261	122
Plošná hmotnost [g/cm <sup>2</sup> ]	160		113		128		103		114		113	





Obrázek 38 Graf materiál s nižší

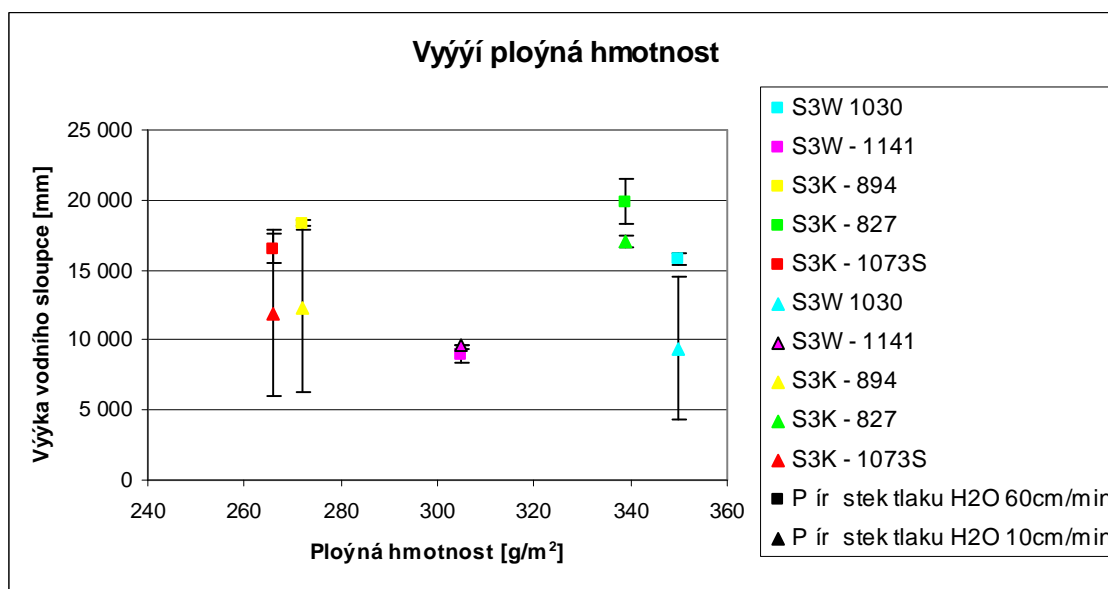
V grafu (obr. 38) je vidět, že stoupající průběh, tedy s větší výškou vodního sloupce stoupá i plošná hmotnost a to jak při pomalém tak i při středně rychlém průtoku tlaku. Materiál s nejnižší plošnou hmotností (Vardar) a tedy i výškou vodního sloupce má vrchní vrstvu tvořenou plátňovou vazbou. O něco vyšší výšku vodního sloupce má materiál Diabolo, jenž má vrchní vrstvu tvořenou ripstopovou vazbou s odstupem 3 mm zesílených osnovních nití. Ripstopovou vazbu vrchní vrstvy má i materiál Starlite. Liší se pouze skoro dvojnásobným odstupem zesílených osnovních nití. Všechny tyto tři materiály mají spodní stranu tvořenou osnovní pleteninou. Naopak dva materiály s nejvyšším vodním sloupcem mají z obou stran membrány (spodní i vrchní strana materiálu) plátňovou vazbu. Jediný materiál Aztec Paclite má vrchní stranu z plátňové vazby a spodní stranu membrány nános ochranné vrstvy. U nižších plošných hmotností je tedy prokázán určitý vliv struktury materiálů.

### Materiály s větší plošnou hmotností

V této tabulce 9 jsou narozdíleny od předchozí znázorněny materiály s vyšší plošnou hmotností. Jsou zde uvedeny materiály se spodní vrstvou tvořenou fleecem a vrchní vrstvou z plátňové vazby (W) nebo interlokové pleteniny (K).

Tabulka 9 Materiály s v t-í plo-nou hmotností

Obchodní název	S3W 1030		S3W - 1141		S3K - 894		S3K - 827		S3K - 1073S	
	P ír stek tlaku H <sub>2</sub> O 60 cm/min	10 cm/min	P ír stek tlaku H <sub>2</sub> O 60 cm/min	10 cm/min	P ír stek tlaku H <sub>2</sub> O 60 cm/min	10 cm/min	P ír stek tlaku H <sub>2</sub> O 60 cm/min	10 cm/min	P ír stek tlaku H <sub>2</sub> O 60 cm/min	10 cm/min
Pr m rná vý-ka vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	15 728	9 398	8 925	9 646	18 264	12 245	19 880	17 058	16 535	11 938
Konfidence	414	5 073	476	24	365	5 914	1 592	453	1 068	5 913
Plo-ná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	350		305		272		339		266	



Obrázek 39 Graf materiál vý-í plo-né hmotnosti

Zde je vid t, že materiály v plátnové vazb s membránou krytou fleecem mají nejmen-í vý-ku vodního sloupce jak p i pomalém tak i st edn rychlém p ír stku tlaku, ale nemají nejmen-í plo-nou hmotnost. U dvou materiál do-lo k ur itým chybám p i m ení, a proto je zde vysoký interval spolehlivosti. Toto mohlo být zp sobeno tím, že p i pomalém nár stu tlaku se nap tí zam ílo na nejslab-í místo v materiálu a to tento tlak nevydrfelo a do-lo k poru-ení. Jediný vzorek u n hofl byla o ekávána nejvy-í vý-ka vodního sloupce (výrobce deklaruje 20 000 mmH<sub>2</sub>O) dosáhl sotva poloviny této hodnoty a to p i pomalém p ír stku tlaku. V p ípad nejasností je nutné se na tento materiál dále zam ít. Pro v t-í p esnost a vypovídající hodnoty by bylo zapot ebí provést více m ení, cofl nebylo mofné z d vo du nedostatku materiálu.

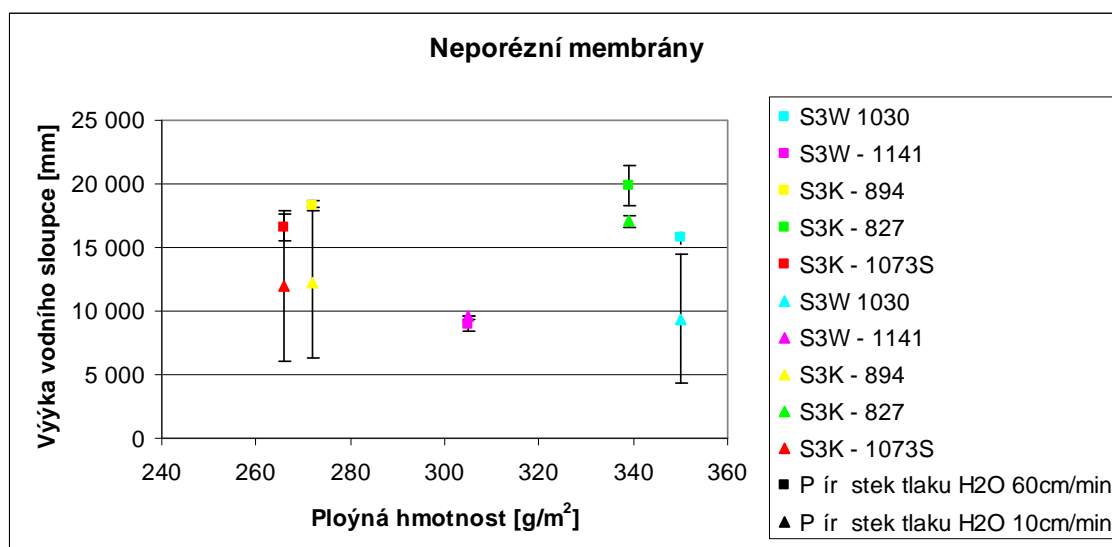
## 5.2.4 Porovnání materiálů z hlediska druhu použité membrány

### Materiály s neporézní membránou

Tabulka 10 znázorňuje pomalý a rychlý průtok tlaku vody. Je zde porovnáno 5 materiálů s různou lící a rubní stranou, různými hodnotami deklarovanými výrobcem a s neporézní membránou.

**Tabulka 10 Materiály s neporézní membránou**

Obchodní název	S3W 1030		S3W - 1141		S3K - 894		S3K - 827		S3K - 1073S	
	Přítok tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min   10cm/min		Přítok tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min   10cm/min		Přítok tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min   10cm/min		Přítok tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min   10cm/min		Přítok tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min   10cm/min	
Průměrná výška vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	15 728	9 398	8 925	9 646	18 264	12 245	19 880	17 058	16 535	11 938
Konfidence	414	5 073	476	24	365	5 914	1 592	453	1 068	5 913
Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	350		305		272		339		266	



**Obrázek 40 Graf neporézních membrán**

Při pomalém průtoku tlaku vody byla ve většině případů naměřena téměř 1/3 nižší výška vodního sloupce, než při rychlém průtoku tlaku vody, jak je vidět na obr. 40. Takovýto rozdíl však mohl být způsoben nedokonalým měřením při pomalém průtoku tlaku vody, kdy například začal ucházet vzduch nebo kolísat tlak dříve než

byla porušená membrána a měření tak muselo být zastaveno. Další důvodem mohlo být nejslabší místo v materiálu, které nevydrželo pomalu se zvyšující nátlak, nebo chyba při laminaci a špatné propojení jednotlivých struktur. Při měření rychlejším proudem tlaku vody téměř všechny materiály splnily i nátlak, který činí 100% převyšující hodnoty udávané výrobcem. Při měření pomalým proudem tlaku vody jsou i přes nepresnosti při měření hodnoty udávané výrobcem také splněny, avšak nepřesahují deklarované hodnoty tak jako hodnoty naměřené standardním rychlým proudem tlaku. Tyto hodnoty nesplňuje pouze jeden materiál.

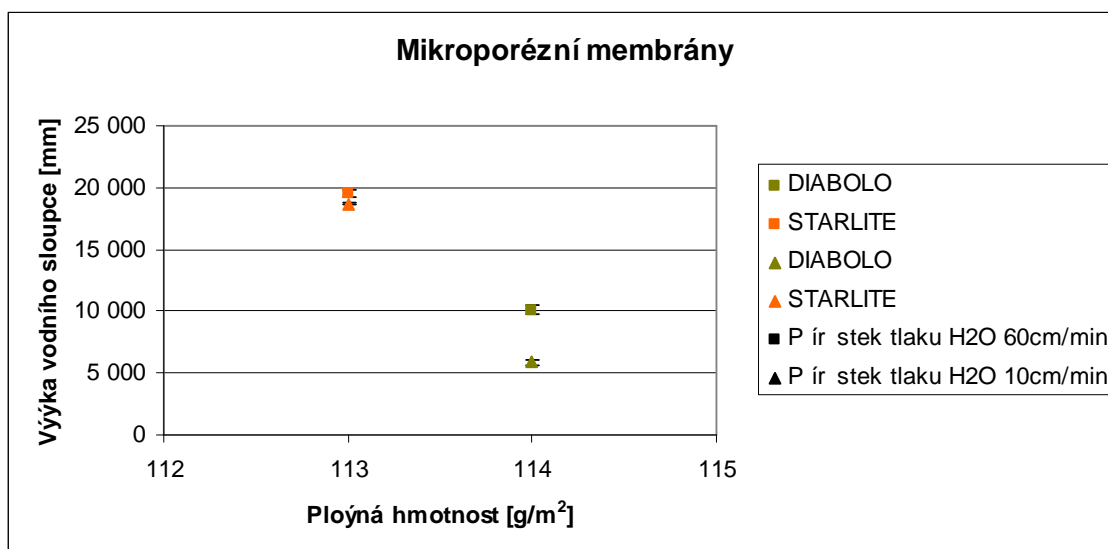
Jelikož výrobce u materiálu S3W-1141 udával výšku vodního sloupce 20 000 mm, předpokladem bylo dosažení vysokých naměřených hodnot. Nicméně tyto domněnky se nepotvrdily a je doporučeno se v případě nejasností na tento materiál dále zabývat.

### Materiály s mikroporézní membránou

V tabulce 11 jsou znázorněny materiály s mikroporézní membránou.

**Tabulka 11 Materiály s mikroporézní membránou**

Obchodní název	DIABOLO		STARLITE	
	Proud tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min	10cm/min	Proud tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min	10cm/min
Průměrná výška vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	10 127	5 883	19 548	18 704
Konfidence	368	191	261	122
Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	114		113	



Obrázek 41 Mikroporézní membrány

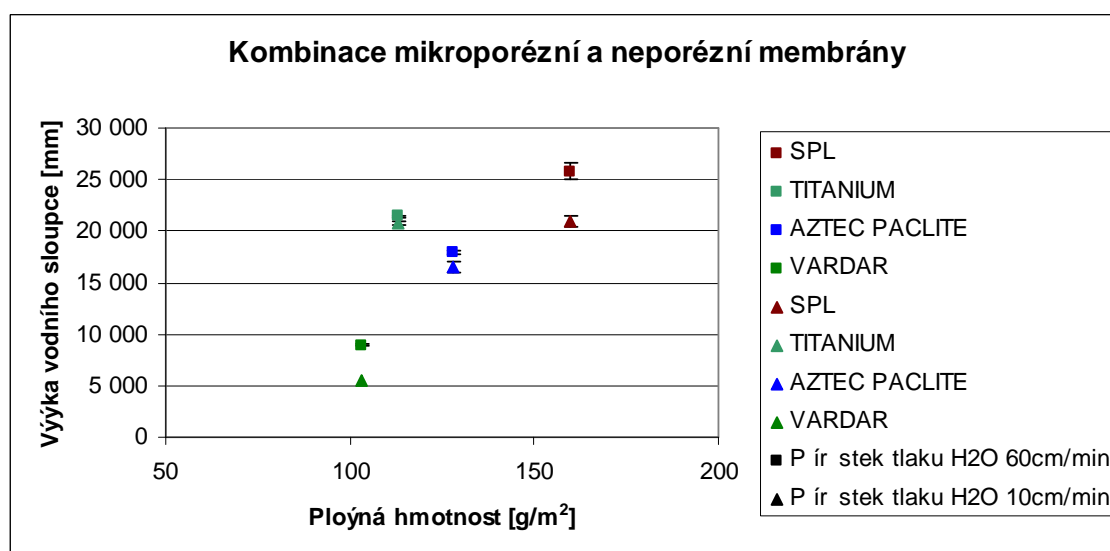
V tomto grafu (obr. 41) jsou porovnány materiály s mikroporézní membránou a ripstopovou vazbou na vrchní straně. Liší se pouze tím, že u materiálu s nižším vodním sloupcem a vyšší plošnou hmotností je menší odstup mezi zesílenými osnovními nitmi na vrchní straně textilie. Membrána je se spodní textilií pojena souvislou vrstvou pojivového materiálu a s vrchní textilií pojena bodově, kdežto materiál Starlite má membránu pojenou z obou stran souvislou pojivovou vrstvou. Hodnoty  $p_i$  i pomalém i rychlém měření se liší téměř o polovinu. U materiálu Starlite jsou hodnoty  $p_i$  i pomalém i rychlém měření téměř shodné.

## Kombinace mikroporézní a neporézní membrány

Tabulka 12 obsahuje porovnání materiálů s kombinovanou membránou při měření pomalým i rychlým proudem tlaku vodního sloupce.

**Tabulka 12 Kombinace mikroporézní a neporézní membrány**

Obchodní název	SPL		TITANIUM		AZTEC PACLITE		VARDAR	
	Proud tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min 10cm/min		Proud tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min 10cm/min		Proud tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min 10cm/min		Proud tlaku H <sub>2</sub> O 60cm/min 10cm/min	
Průměrná výška vodního sloupce [mmH <sub>2</sub> O]	25 804	20 942	21 393	20 742	17 888	16 480	8 944	5 421
Konfidence	748	509	140	157	158	515	147	-
Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	160		113		128		103	



**Obrázek 42 Kombinace mikroporézní a neporézní membrány**

Při porovnávání materiálů s kombinovanou membránou je vidět rostoucí trend, kde nejmenší výšku vodního sloupce při pomalém i stejně rychlém měření má materiál s nejmenší plošnou hmotností. Materiál, který tento vzrůstající trend potvrzuje se nazývá Aztec Paclite. Od ostatních vzorků se však liší tím, fleubinná strana membrány není krytá fládnou tkaninou ani pleteninou.

### 5.3 Diskuze a průběh výsledků měření

Prvním krokem bylo popsání jednotlivých materiálů. Použity byly tři vrstvé softshellové materiály s hydrofobní, hydrofilní nebo dvouslojčkovou (hydrofobní/hydrofilní) membránou. Dále byla zjištěna u všech materiálů plošná hmotnost (tabulka 4). Z dvanácti použitých vzorků byla nejvyšší plošná hmotnost zjištěna u materiálu značeného S3W 1030. Naopak nejnižší hodnotu má materiál s obchodním názvem Vardar. Rozdíly v plošných hmotnostech jsou způsobeny mnoha faktory. Odlišné typy a tloušťky membrán, jemnost použitých nití, způsob vazby jak spodní, tak svrchní vrstvy materiálu a aplikované konečné úpravy.

Hydrostatická odolnost při pomalém i rychlejším přístku tlaku vody byla nejdříve změněna na referenčním vzorku z lící a rubní strany (tabulka 5). Na základě toho, fle z rubní strany byly naměřeny výrazně nižší hodnoty vodního sloupce a to téměř o 5000 mmH<sub>2</sub>O a při pomalém přístku tlaku nebylo možné naměřit žádné hodnoty, nemělo smysl pokračovat v měření rubní strany i u ostatních materiálů.

Rychlostí nárůstu tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min byla zjištěna výška vodního sloupce, podle které bylo možné se dále teoreticky orientovat při měření pomalým nárůstem tlaku. V závislosti na plošné hmotnosti došlo pro lepší přehled k rozdělení na materiály o nižší a vyšší plošné hmotnosti. Tyto materiály se zároveň i velmi podobají svou konstrukcí. Materiály s nižší plošnou hmotností mají téměř stoupající průběh, tedy s vyšší plošnou hmotností stoupá i výška vodního sloupce. Tento trend narušují pouze dva materiály, Starlite a Titanium (obr. 38). Nejnižší plošnou hmotnost a tedy i vodní sloupec má Vardar. Nejvyšší plošná hmotnost a výška vodního sloupce byla naměřena u vzorku značeného SPL. Materiály o vyšší plošné hmotnosti (obr. 39) vykazují dva trendy. První je tvořen jedinými dvěma materiály s vrchní vrstvou v ripstopové vazbě, kde nižší hodnoty má vzorek S3W 1141 a vyšší vzorek S3W 1030. Druhý trend by mohl být tvořen ze zbylých materiálů, které mají vrchní vrstvu tvořenou interlokovou pleteninou (obr. 39). U materiálů s nižší plošnou hmotností byl zjištěn vliv struktury spodní a svrchní vrstvy a u ostatních nebyl prokázán. Nicméně všechny materiály jsou odolné a splňují požadavky na sportovní materiály.

U všech chybných vzorků a obou rychlostí přístku tlaku po sevření materiálu do elistí zašla okolo spodní obruby pomalu po kapkách protékat voda. Tento problém byl pravděpodobně způsoben nedostatečnou těsností přístroje.

U obou vzorků značených S3W (lící strana z tkaniny v ripstopové vazbě) došlo při středním rychlém průtoku tlaku vody k viditelnému porušení membrány a spodní vrstvy materiálu. Při pomalé rychlosti nárstu tlaku vody na povrch pronikly pouze kapky vody a měnění bylo ukončeno. Před měněním vzorku S3W 1141 se předpokládaly vysoké hodnoty vodního sloupce (dle výrobce), ale tyto však ani v jednom případě nebyly potvrzeny. U ostatních materiálů s hydrofilní membránou došlo k protržení membrány jak při rychlém tak i při pomalém nárstu tlaku vody. Ve všech těchto případech došlo k nasáknutí vodou vrchní (lící) strany materiálu mimo upnutí v hlavici přístroje.

Vzorek Aztec Paclite jako jediný nemá spodní stranu membrány krytou fládnou textilií, nýbrž jen nánosem ochranné vrstvy, která spolu s membránou praskla. Na této straně byla pozorována i ve všech případech měnění viditelná vlhká místa.

Pomalý průtok tlaku u materiálu Starlite způsobil protržení membrány i se spodní stranou materiálu (osnovní pletenina), kdežto při rychlejším nárstu došlo k porušení pouze membrány. Velmi podobně konstruovaným materiálem, Diabolo, pronikly pouze kapky na povrch a k viditelnému porušení membrány nedošlo ani v jednom případě. Shodný průběh měnění jako u materiálu Diabolo se projevil i u vzorku Vardar, který se ovšem od předložených materiálů liší jak druhem membrány tak i vazbou vrchní textilie.

Poslední dva vzorky konstrukcí téměř stejné vykazují úplně odlišný průběh měnění. Materiál Titanium byl ve všech případech zkoušení (průtok tlaku 10 i 60 cmH<sub>2</sub>O/min) porušen ve stejném směru a ve všech těchto vrstvách materiálu. Naopak vzorek značený jako SPL po dosažení 25 000 mmH<sub>2</sub>O při rychlejším průtoku a 20 000 mmH<sub>2</sub>O při pomalejším průtoku tlaku nebyl porušen a přesto začal tlak klesat. Toto mohlo být způsobeno pravděpodobně nižší jemností nití na spodní i vrchní straně textilie a celkově nižší tuhostí ze všech testovaných materiálů.



## 6 ZÁV R

Hlavním úkolem této diplomové práce bylo definovat dle lité vlastnosti materiál používaných pro sport, provést měření hydrostatické odolnosti při rychlosti proudění tlaku 10 a 60 cmH<sub>2</sub>O/min podle SN EN 20811 (80 0818), popsat průběh a odolnosti jednotlivých měření a zjistit, jak se chová přístroj při měření různými rychlostmi proudění tlaku.

Úvod teoretické části je zaměřen na definici materiál používaných pro sport a jejich nejdůležitější vlastnosti. Od sportovního oblečení každá vyžaduje funkci, aby v zimě zachovávalo tělo v teple a současně zamezilo tepelným ztrátám. V létě naopak sportovci požadují, aby tělo přiměřeně ochlazovalo. V každém případě by materiál měl být dobře prodyšný, odvádět přebytečnou pot a vlhkost od pokožky a zároveň by samotný materiál měl zůstat suchý. K dosažení nepromokavosti, paropropustnosti a splnění dalších vlastností potřebných pro materiály používané pro sport vedou kolidující požadavky. Mohou to být tkaniny s velmi hustou dobou, zátky nebo porézní i neporézní membrány. Pracují však na rozdílném mechanismu propustnosti vodních par. V materiálech používaných pro sportovní oděvy se jako vlhkostní bariéry používají nejčastěji membrány. Věchna tato provedení ke komfortu nošení přispívají tak, že mají za úkol odvádět vodní páry od pokožky do vnějšího prostředí a zároveň nesmí propouštět vodu z vnějšího prostředí do vnitřního.

Pro měření bylo poskytnuto celkem dvanáct materiál z nichž jeden byl použit jako referenční vzorek. Na tomto vzorku bylo provedeno měření při proudění tlaku 10 a 60 cmH<sub>2</sub>O/min z lící, ale i z rubní strany. Na základě dosažených výsledků bylo rozhodnuto pokračovat v měření pouze ze strany lící. Ostatní materiály (celkem 11) jsou různého typu membrán, vazeb spodní a svrchní strany materiálů a jejich konečných úprav. Pro jednodušší orientaci byly vzorky nejprve rozděleny dle plošné hmotnosti a poté dle typu membrán.

U hydrofilních membrán ve většině případech měření došlo ke vzniku trhlinky a tedy porušení membrány a proniknutí vody. U hydrofobních membrán ve většině případů došlo pouze k proniknutí kapek na povrch. Odlišné výsledky vodních sloupců zde mohou být způsobeny jinými zmíněnými různými vazbami, jemnostmi nití, tloušťkou membrán, laminací a povrchovými úpravami.

Důležitým poznatkem je jev, kdy při proudění tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min textilie vykazuje nízkou hydrostatickou odolnost než při proudění tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min. Toto

vysv tluje reologické chování polopropustných membrán jakofto polymerních materiál , které reagují na mechanické namáhání se zpofd ním. P i rychlém nár stu reagují na zm nu tlaku afl pozd ji za vy—ích hodnot tlak ó membrána je poru-ena po dosažení vy—ího vodního sloupce. U hydrofobních membrán je p edpokladem, fle vlivem roztažení textlie a p sobením vysokého tlaku se póry rozevou a dojde k pr níku kapek. Vlivem nízké tlou—ky hydrofilních membrán dojde k snadn j—ímu pr chodu vlhkosti, ba dokonce mohou vzniknout i trhlinky. P i nár stu 10 cmH<sub>2</sub>O/min jsou membrány vystaveny dlouhodobému p sobení nap tí, reagují tak okamflit a k p em n vnit ních struktur dochází jifl p i nízkém tlaku ó poru-ení membrány nastane p i nífl—í vý—ce vodního sloupce. Pro simulaci reálného poufítí je tedy vhodné m ít tak, aby as testu trval pouze desítky minut.

P i pozorování chování p ístroje p i m ení jednotlivými rychlostmi jsme do-li k záv ru, fle pomalý nár st tlaku mu p íli— nevyhovuje nebo podstatn ast ji docházelo k r zným chybám m ení.

Na základ poskytnutého množství materiálu nebylo mofné provést v—ak ideální po et m ení. Takovýto po et by byl alespo 5 m ení na každou rychlost nár stu tlaku. Sm rodatná odchylka se v—ak ve výsledku pohybovala okolo 1000 mmH<sub>2</sub>O, a proto je mofné z dosažených výsledk vycházet. Pro p esn j—í a více vypovídající výsledky by bylo vhodné provést v t—í po et m ení. Vzhledem k tomu, fle m ení probíhala pouze na polopropustných membránách, chování ostatních druh textilií m fle být z výsledk pouze p edpokládáno pop ípad doporu eno pro dal—í prozkoumání.

## Zdroje

- [1] Shishoo, R.: Textiles in sport: Introduction. 1. vyd. Cambridge: Woodhead publishing Limited, 2005. 201 s. ISBN 13: 978-1-85573-922-2.
- [2] RUCKMAN, J.: Textiles in sport: Water resistance and water vapour transfer. 1.vyd. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. 289 s. ISBN - 13: 978-1-85573-922-2
- [3] JASSAL, M., AGRAWAL, A.: Smart textile coatings and laminates: Intelligent breathable coatings and laminates for textile applications. 1.vyd. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. 189 s. ISBN 978-84569-379-4
- [4] Macháček, P., Homar, J.: Jumpsport. [online]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné z www: <<http://jumpsport.cz/vite-co-si-oblekate/>>
- [5] HU, J., MONDAL, S.: Intelligent textiles and clothing: Study of shape memory polymer films for breathable textiles. 1.vyd. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. 145 s. ISBN - 18-4569-005-2
- [6] Hes, L., Sluka, P.: Úvod do komfortu textilií. Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. 109 s. ISBN 80-7083-926-0
- [7] Knířek, R.: Diplomová práce- Polopropustné nanovláknenné membrány pro odvětrávání. Liberec: TUL 2010.
- [8] Svět outdooru: To základní o oblečení. [online]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné z www: <<http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107052-to-zakladni-o-obleceni>>
- [9] Backcountry: Softshell. [online]. [cit. 13. ledna 2012]. Dostupné z www: <http://www.backcountry.com/store/newsletter/a127/What-THE-HECK-is-Soft-Shell.html>
- [10] Journal of TBSI. *Journal of fiber bioengineering and informatics - An Overview of the Recent Developments in Materials for Sportswear* [online]. [cit. 3.3.2012]. Dostupný z www: [http://www.jfbi.org/admin/Issue/TBIS%202008\\_2008930152502\\_paper.pdf](http://www.jfbi.org/admin/Issue/TBIS%202008_2008930152502_paper.pdf)
- [11] FUNG, W.: Textiles in sport: Coated and laminated textiles in sportswear. 1.vyd. Cambridge: Woodhead publishing Limited, 2005. 134-138 s. ISBN-13: 978-1-85573-922-2:
- [12] Highpoint.: Prodyšnost a paropropustnost. [online]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné z www: < <http://www.highpoint.cz/komunita/slovník-pojmu/prodyšnost-paropropustnost.html>>

- [13] AUTOMATIC HYDROSTATIC HEAD TESTER FX 3000 HYDROTESTER III. [online]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné z www: <[http://www.textest.ch/pdf-files\\_en/3000-III\\_leaflet\\_en.pdf](http://www.textest.ch/pdf-files_en/3000-III_leaflet_en.pdf)>
- [14] SN EN 20811 (80 0818) Textilie. Stanovení odolnosti proti vodě zkouška tlakem vody (ISO 811:1981). Vydána: 07. 1990. Účinnost: 1992-06-26
- [15] SN EN 1734.: Textilie povrstvené pryží nebo plasty. Zjištění odolnosti proti pronikání vody. Postup při nízkém tlaku. Praha: český normalizační institut, 1998.
- [16] SN EN 24920 (80 0827) Textilie. Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (zkápkací metoda) (ISO 4920:1981). Vydána: 06. 1992. Účinnost: 1992-06-26.
- [17] SN EN 29865 (800856) Textilie. Stanovení nepromokavosti plošných textilií Bundesmannovou zkouškou dehtem (ISO 9865:1991). Vydána: 03. 1995. Účinnost: 1995-04-01
- [18] RÁŠLOVÁ, M.: Vlastnosti materiálů pro jednorázové operativní krytí. Liberec, 2010. Bakalářská práce
- [19] MATTILA, H. R.: *Intelligent textiles and clothing*. 1.vyd. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. 145 s. ISBN
- [20] Alpine pro. [online], [cit. 3.3.2012]. Dostupné na internetu: základní vrstva: <<http://www.alpinepro.cz/alpine-pro/sport-crew/19121/>>, střední vrstva: <<http://www.alpinepro.cz/alpine-pro/adisa/19175/?varianta=64903>>, vrchní vrstva: <<http://www.alpinepro.cz/alpine-pro/desdemona/19124/>>, softshellová bunda: <<http://www.alpinepro.cz/alpine-pro/sunset/18168/>>
- [21] Růžička KOVÁ, D.: Vliv povětrnostních podmínek a údržby na změnu vlastností polopropustných materiálů. 7.národní konference STRUTEX. Technická univerzita v Liberci, 2000, 353-358 s. ISBN 80-7083-442-0
- [22] HIGH POINT: Údržba a péče o výrobky, [on-line], [cit. 3.3.2012]. Dostupné na internetu: < <http://www.highpoint.cz/clanky/udrzba-a-pece-o-vyroby-znacky-high-point.html>>
- [23] SOTEX: Symboly pro označování, [cit. 3.3.2012]. Dostupné na internetu: <http://www.sotex.cz/index.php?docid=33>
- [24] Alpyn: Jak funguje GORE-TEX. [online]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné z www: < <http://www.alpyn.cz/outdoorove-materialy/35-gore-tex.html> >
- [25] SDL Atlas.: Hydrostatic Head Tester. [online]. [cit. 10. prosince 2011]. Dostupné z www: <<http://www.sdlatlas.com/product/55/Hydrostatic-Head-Tester#>>

## 7 Seznam tabulek

Tabulka 2 Ekvivalentní výšky vodního sloupce k známým hodnotám

Tabulka 2 Propustnost textilu pro vodní páry

Tabulka 3 Vnímání tepla při určité teplotě vzduchu a rychlosti větru

Tabulka 4 Plošné hmotnosti

Tabulka 5 Výška vodního sloupce referenčního vzorku

Tabulka 6 Rychlost nárůstu tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min

Tabulka 7 Rychlost nárůstu tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min

Tabulka 8 Materiály s nižší plošnou hmotností

Tabulka 9 Materiály s vyšší plošnou hmotností

Tabulka 10 Materiály s neporézní membránou

Tabulka 11 Materiály s mikroporézní membránou

Tabulka 12 Kombinace mikroporézní a neporézní membrány

## 8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Hydrofobní membrána

Obrázek 2 Neporézní membrána

Obrázek 3 Gore-tex s dvouvrstvý laminát

Obrázek 4 Gore-tex - třívrstvý laminát

Obrázek 5 Gore-tex s provedením s volně vloženou membránou

Obrázek 6 Základní vrstva od firmy Alpine pro

Obrázek 7 Střední vrstva od firmy AlpinePro

Obrázek 8 Vrchní vrstva od firmy AlpinePro

Obrázek 9 Softshellová bunda od firmy AlpinePro

Obrázek 10 Přístroj pro měření vodního sloupce Shirley Hydrostatic Head Tester M018

Obrázek 11 Úplet z materiálem Starlite

Obrázek 12 Úplet z materiálem Starlite s detail membrány

Obrázek 13 Úplet z materiálem Diabolo

Obrázek 14 Úplet z materiálem Diabolo s detail membrány

Obrázek 15 Úplet z materiálem Vardar

- Obrázek 16 ez materiálem Vardar ó detail membrány
- Obrázek 17 ez materiálem Aztec Paclite
- Obrázek 18 ez materiálem Aztec Paclite ó detail membrány
- Obrázek 19 ez materiálem Titanium
- Obrázek 20 ez materiálem Titanium ó detail membrány
- Obrázek 21 ez materiálem SPL
- Obrázek 22 ez materiálem SPL ó detail membrány
- Obrázek 23 ez materiálem S3K 1073S
- Obrázek 24 ez materiálem S3K 1073S ó detail membrány
- Obrázek 25 ez materiálem S3K 827
- Obrázek 26 ez materiálem S3K 827 ó detail membrány
- Obrázek 27 ez materiálem S3K 894
- Obrázek 28 ez materiálem S3K 894 ó detail membrány
- Obrázek 29 ez materiálem S3W 1141
- Obrázek 30 ez materiálem S3W 1141 ó detail membrány
- Obrázek 31 ez materiálem S3W 1030
- Obrázek 32 ez materiálem S3W 1030 ó detail membrány
- Obrázek 33 ez referenčním vzorkem
- Obrázek 34 ez referenčním vzorkem ó detail membrány
- Obrázek 35 Graf výšky vodního sloupce referenčního vzorku
- Obrázek 36 Graf rychlosti průtoku tlaku 60 cmH<sub>2</sub>O/min
- Obrázek 37 Graf rychlosti průtoku tlaku 10 cmH<sub>2</sub>O/min
- Obrázek 38 Graf materiálů s nízkou
- Obrázek 39 Graf materiálů vyšší plošné hmotnosti
- Obrázek 40 Graf neporézních membrán
- Obrázek 41 Graf mikroporézní membrány
- Obrázek 42 Graf kombinace mikroporézní a neporézní membrány